

**Хорошайло Ю. Е., Невлюдов І. Ш.,
Сезонова І. К., Романчук В. С.**

**ЦИФРОВІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ
ПРИСТРОЇ**

ОКТАН PRINT

Prague

2024

Рецензенти:

Срохін А.Л., д.т.н., проф., декан ф-ту КН Харківського національного університету радіоелектроніки, проф. каф. ПІ ХНУРЕ;

Романова Т.С., д.ф.-м. н, проф., провідний науковий співробітник, в.о. завідувача відділу математичного моделювання й оптимального проектування Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАНУ;

Сучков Г.М., д.т.н., проф., професор кафедри комп'ютерних та радіоелектронних систем контролю та діагностики, Навчально-наукового інституту комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики, НТУ «ХП»

*Рекомендовано Вченою радою
Харківського національного університету радіоелектроніки
(протокол № 8 від 31.05.2024 року).*

Цифрові обчислювальні пристрої

Хоршайло Ю.Е., канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри проектування та експлуатації електронних апаратів Харківського національного університету радіоелектроніки (вступ , глави 7,8,9);

Невлюдов І.Ш., докт. техн. наук, завідувач кафедри автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки Харківського національного університету (глави 5,6, алфавітний покажчик);

Сезонова І.К., канд. техн. наук, доцент, професор кафедри автоматизації, комп'ютерно-інтегрованих технологій та робототехніки Харківського національного університету радіоелектроніки (глави 1,2,3,4,тестові завдання);

Романчук В.С., асистент кафедри проектування та експлуатації електронних апаратів Харківського національного університету радіоелектроніки (вступ , глави 7,8,9);
Prague: OKTAN PRINT, 2024 –268 с. з іл.

ISBN 978-80-88618-70-6

e-book ISBN 978-80-88618-71-3

DOI 10.46489/COPNP-24-13

Навчальний посібник призначений для вивчення дисциплін в обсязі Держстандарту 17 галузі знань «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації». У посібнику розглянуті теоретичні основи мікропроцесорної техніки, склад та принципи роботи процесорів, пам'яті, шин, НЖМД, НГМД, моніторів, принтерів і тому подібне. Висвітлені питання, що стосуються нових периферійних пристроїв, поняття про мережі, їх призначення і організація. Після кожного розділу є список контрольних питань, які допоможуть перевірити вивчений матеріал. Для самоперевірки надані тестові завдання трьох рівнів складності з таблицями відповідей. Наприкінці надано список рекомендованих джерел і алфавітний покажчик, які допоможуть самостійно розібратися з питаннями, які розглянуті в посібнику.

© Хоршайло Ю.Е., Невлюдов І.Ш.,
Сезонова І.К., Романчук В.С.

© Харківський національний університет
радіоелектроніки, 2024.

© OKTAN PRINT, 2024

ЗМІСТ

Передмова	6
Перелік умовних скорочень	7
Глава 1. Принципи побудови цифрових обчислювальних пристроїв	8
1.1. Механічні та електромеханічні пристрої обчислення.....	8
1.2. Аналітичні і цифрові машини.....	10
1.3. Принципи роботи і склад ЦОП.....	12
1.4. Форми представлення чисел.....	16
1.5. Принципи побудови пристроїв обробки цифрової інформації...	21
1.6. Класична схема ЕОМ.....	24
1.7. Класифікація ЕОМ.....	28
Питання для самоперевірки	31
Глава 2. Мікропроцесорна система та її функціонування	32
2.1. Виникнення мікропроцесорів і мікрокомп'ютерів.....	32
2.2. Мікропроцесори і мікропроцесорні пристрої.....	34
2.3. Типова структура мікропроцесорних пристроїв.....	36
2.4. Способи передачі цифрової інформації в мікропроцесорній системі.....	38
2.5. Функціонування мікропроцесорної системи.....	39
2.6. Організація мікро-ЕОМ.....	41
2.7. Основні типи архітектури мікро-ЕОМ.....	43
2.8. Організація просторів пам'яті та введення-виведення мікро-ЕОМ.....	45
2.9. Командний цикл	46
2.10. Принципи організації та класифікація АЛП.....	47
2.11. Структура і формат команд. Кодування команд.....	49
Питання для самоперевірки	50
Глава 3. Мікропроцесор	51
3.1. Архітектури процесорів.....	51
3.2. Параметри процесорів.....	56
3.3. Процес виробництва процесорів.....	58
3.4. Архітектурна організація процесора ЕОМ.....	59
3.5. Поняття про стан процесора (програми). Вектор (слово) стану..	64
3.6. Історія процесорів Intel.....	66
3.7. Архітектура типу Intel.....	70

3.8 Процесори IA-32 та IA-34.....	72
3.9 Внутрішня пам'ять.....	80
3.10 Сегментація та адресація.....	81
Питання для самоперевірки.....	85
Глава 4. Оперативна пам'ять.....	86
4.1 Оперативна пам'ять ПК.....	86
4.2 Найпростіша схема взаємодії оперативної пам'яті із ЦП.....	86
4.3 Пристрій та принципи функціонування оперативної пам'яті.....	87
4.4 Еволюція динамічної пам'яті.....	88
Питання для самоперевірки	94
Глава 5. Комп'ютерна периферія.....	95
5.1 Комп'ютерні миші та інші пристрої введення.....	95
5.2 Монітор.....	105
5.2.1 Технології виведення зображення на монітор.....	105
5.2.2 Напрями розвитку моніторів.....	121
5.2.3 Технології відображення на моніторах та їх специфікація.....	124
5.3 CD-диски.....	126
5.4 CD-програвачі та CD-ROM приводи.....	134
5.5 Принтери.....	137
5.6 Клавіатура.....	144
Питання для самоперевірки.....	148
Глава 6. Побутові цифрові пристрої.....	149
6.1 Мобільні телефони.....	149
6.2 Телевізори.....	170
6.2 Ігрові консолі.....	185
Питання для самоперевірки.....	191
Глава 7. Архітектура комп'ютерних мереж	192
7.1. Архітектура термінал – головний комп'ютер	196
7.2. Однорангова архітектура	197
7.3. Архітектура клієнт – сервер	199
7.4 Базові топології.....	201
7.5. Шинна топологія, принцип функціонування	203
7.6. Зіркоподібна топологія, принцип функціонування.....	204
7.7. Мережі з кільцевою топологією	207
7.8. Змішані топології: шинно-зіркоподібна і зіркоподібна-кільцева.....	208
Питання для самоперевірки.....	209

Глава 8. Фізичне середовище передачі даних.....	210
8.1. Мережний кабель.....	210
8.2. Симетричні кабелі.....	214
8.3. Коаксіальний кабель.....	221
8.4. Волоконно-оптичні лінії зв'язку	225
8.5. Пристрої обміну даними.....	229
8.6. Плати мережного адаптера.....	232
<i>Питання для самоперевірки.....</i>	235
Тестові завдання з таблицями відповідей.....	236
Тестові завдання 1-го рівня складності.....	236
Тестові завдання 2-го рівня складності.....	247
Тестові завдання 3-го рівня складності.....	255
Алфавітний покажчик.....	263
Джерела.....	267

ПЕРЕДМОВА

В даний час видано багато книг і посібників з архітектури обчислювальних машин і систем. У них, як правило, наведено архітектуру окремих пристроїв або їх технічний опис, а робота мереж розглядається у край рідко. В посібнику описана архітектура цифрових обчислювальних пристроїв (ЦОП) і мікропроцесорних систем для сучасних обчислювальних машин в об'ємі стандарту освіти України.

Даний навчальний посібник орієнтований на студента, який здобуває освіту в напрямку «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації». Ставиться завдання ознайомити його з різними архітектурами ЦОП і мережних інформаційно-обчислювальних систем.

У широкому сенсі **архітектурою** цифрового обчислювального пристрою називають сукупність його властивостей і характеристик, що розглядається з погляду користувача машини.

При описі архітектури наводяться блок-схеми, що ілюструють структуру тих або інших вузлів комп'ютера або ЦОП.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

РС, ЕОМ – електронно-обчислювальна машина
ОС – обчислювальна система
БМОС – багатомашинні обчислювальні системи
БПОС – багатопроцесорні обчислювальні системи
ALU, АЛП – арифметично-логічний пристрій
ЕОС – електронно-обчислювальні системи
ЦОП – цифрові обчислювальні пристрої
ЦОМ – цифрова обчислювальна машина
ЦОС – цифрова обчислювальна система
ВІС – велика інтегральна схема
СВІС – суперВІС
ПЕОМ – персональна ЕОМ
ПК – персональний комп'ютер
ОЗП – оперативний пристрій, що запам'ятовує
ЗЗП – зовнішній пристрій, що запам'ятовує
HDD, НЖМД – накопичувач на жорсткому магнітному диску
FDD, НГМД - накопичувач на гнучкому магнітному диску
SSD, ТТН – твердотільний накопичувач
CPU, ЦП – центральний процесор
ПЗП – постійний пристрій, що запам'ятовує
ОП – оперативна пам'ять
ПУ – пристрій управління
ДП – динамічна пам'ять.

ГЛАВА 1

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ЦИФРОВИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

1.1 Механічні та електромеханічні пристрої обчислення

Механічні та електромеханічні пристрої обчислення представляють собою клас обчислювальних пристроїв, які використовувалися на початкових етапах розвитку обчислювальної техніки перед появою сучасних електронних комп'ютерів. Розглянемо детально ці два види пристроїв.

Механічні пристрої обчислення — це обчислювальні пристрої, які використовують механічні елементи, рух та механічну конструкцію для виконання математичних операцій і обчислень. Ці пристрої були розроблені в різні історичні епохи і відіграли важливу роль в розвитку обчислювальної техніки. Ось докладніша інформація про механічні пристрої обчислення:

Призначення:

- механічні пристрої обчислення були спроектовані для виконання різних математичних операцій, таких як додавання, віднімання, множення та ділення;
- вони використовувалися для створення математичних таблиць, обчислення навігаційних даних, розв'язання наукових завдань та інших математичних обчислень.

Принцип дії:

- механічні пристрої обчислення використовували систему зубчастих колес, шестернів, важелів та інших механічних компонентів для виконання обчислень;
- вони спрацьовували на основі фізичних рухів і передачі кінетичної енергії від одного компонента до іншого.

Приклади механічних пристроїв обчислення:

- "Арифмометр Паскаля" (Pascal's Calculator): розроблений Блезом Паскалем у 17 столітті, цей механічний пристрій міг виконувати додавання та віднімання чисел;

- "Аналітична машина" Чарльза Беббеджа (Charles Babbage's Analytical Engine): хоча не була побудована в повному обсязі, ця концепція машина мала багато важливих елементів, що лягли в основу сучасних комп'ютерів.

Обмеження:

- механічні пристрої обчислення були обмеженими у швидкості та об'ємі операцій, які вони могли виконувати;
- вони вимагали складних механічних механізмів та були великими та складними для обслуговування.

Електромеханічні пристрої обчислення — це клас обчислювальних пристроїв, які використовують як механічні, так і електричні компоненти для виконання обчислень. Ці пристрої були розроблені в першій половині 20 століття і відіграли важливу роль в розвитку обчислювальної техніки. Ось докладніша інформація про електромеханічні пристрої обчислення:

Призначення:

- електромеханічні пристрої обчислення були спроектовані для виконання різних обчислень, включаючи арифметичні операції, логічні обчислення та обробку даних;
- вони зазвичай використовувалися в наукових дослідженнях, інженерних розрахунках, військових задачах та інших сферах, де потрібні швидкі та точні обчислення.

Принцип дії:

- електромеханічні пристрої використовували комбінацію механічних компонентів, таких як реле, ротори, важелі, зубчасті колеса, та електричних компонентів, включаючи електромагніти та електричні контакти;
- електричний струм керував механічними рухами та переключав реле для виконання операцій.

Приклади електромеханічних пристроїв обчислення:

- ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer): Розроблений в 1940-х роках, ЕНІАК був одним із перших електромеханічних комп'ютерів та важливим проектом для обчислень у галузі артилерії, наукових досліджень і інших областей;
- аналізатор Марк-1: Створений Говардом Айкеном і його командою в Гарвардському університеті в 1940-х, цей пристрій був одним з ранніх програмованих електромеханічних комп'ютерів.

Обмеження:

- електромеханічні пристрої були великими та важкими, і вони потребували великої кількості енергії.

- вони були обмеженими в порівнянні з сучасними електронними комп'ютерами з точки зору швидкості та потужності обчислень.

Ці два типи пристроїв були важливими попередниками сучасних комп'ютерів і допомогли визначити напрямок розвитку обчислювальної технології.

1.2 Аналітичні і цифрові машини

Аналітичні та цифрові машини представляють собою різні покоління обчислювальних пристроїв, які були важливими кроками у розвитку обчислювальної техніки.

Аналітичні машини.

Призначення:

- аналітичні машини були призначені для виконання різноманітних обчислень, включаючи числові та логічні операції;

- вони були розроблені для обробки складних математичних завдань і наукових досліджень.

Принцип дії:

- аналітичні машини використовували механічні та електромеханічні компоненти для виконання операцій. Вони зазвичай мали складні системи зубчастих коліс, важелів, роторів і електромагнітів.

- ці машини були програмовані фізично, зазвичай за допомогою систем карток програмування або механічних перемикачів.

Приклади:

- аналітична машина Чарльза Беббеджа (Analytical Engine): Ця машина була розроблена в середині 19 століття і вважається однією з перших аналітичних машин. Вона була призначена для виконання складних математичних обчислень;

- Z3 Конрада Цузе: Ця німецька аналітична машина була розроблена в 1940-му році і вважається однією з перших програмованих цифрових машин.

Цифрові машини.

Призначення:

- цифрові машини, або цифрові комп'ютери, призначені для виконання широкого спектру обчислень та обробки даних.

- вони зазвичай програмуються за допомогою мов програмування та здатні виконувати складні програми.

Принцип дії:

- цифрові машини використовують електронні компоненти, такі як транзистори та логічні елементи, для збереження і обробки інформації у вигляді бінарних кодів (0 та 1).

- ці машини працюють за принципом логічних операцій, що виконуються на електронних елементах.

Приклади:

- сучасні комп'ютери, такі як ПК, сервери та смартфони, є прикладами цифрових машин. Вони використовуються для широкого спектру завдань, від обробки даних до гри в відеоігри і наукових досліджень.

- мікроконтролери: Це спеціалізовані цифрові машини, які використовуються для управління іншими пристроями, такими як побутові прилади і промислова автоматика.

Загалом, цифрові машини відзначаються більшою швидкістю, універсальністю та можливістю обробки великих обсягів даних, що робить їх більш ефективними та потужними в порівнянні з аналітичними машинами.

Перший електронний комп'ютер - це ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer). ENIAC був розроблений і побудований в середині 1940-х років в Університеті Пенсильванії в Сполучених Штатах Америки. Цей комп'ютер відзначався кількома історичними важливостями:

- електронні лампи: ENIAC використовував електронні лампи як ключові елементи для обчислень. Це було значним вдосконаленням порівняно з релейними та механічними обчислювальними машинами, оскільки лампи дозволяли виконувати обчислення швидше і з меншою кількістю механічних деталей;

- універсальність: ENIAC був здатний виконувати різноманітні обчислення та завдання, оскільки його програми можна було перепрограмувати для різних завдань. Він став універсальною обчислювальною машиною;

- великий розмір та потужність: ENIAC був великим і важким комп'ютером. Він займав багато простору і мав значну кількість електронних ламп. Однак його потужність була вражаючою для того часу. ENIAC був створений для використання в обчисленнях артилерійських таблиць і військових розрахунків, зокрема для проекту "Мангено" під час Другої світової війни. Він вважається одним із перших повноцінних електронних комп'ютерів у світі та відзначався великим внеском у розвиток обчислювальної техніки.

1.3 Принципи роботи і склад ЦОП

Архітектурою ЦОП прийнято вважати сукупність принципів системної, функціональної, логічної і фізичної організації апаратних і програмних засобів.

У цьому, достатньо чіткому визначенні є загальноживане слово "ЕОМ". Визначаючи ЕОМ як цифрову обчислювальну машину дискретної дії (повне ім'я її ЕЦВМ) слід пам'ятати, що буква Э слугувала для виключення від розгляду класу ЦВМ, сконструйованих на механічних (машина Беббіджа) і електромеханічних (Марк-1) "елементах". Тільки сукупність електронних тригерів, виконаних на радіолампах і транзисторах, давала право на "Е".

Ускладнення периферії ЕОМ і поява багатопроцесорних систем породили обережний термін "обчислювальні системи", "платформи", "обчислювальні середовища" і так далі Ймовірно, в даний час[нині], інтуїтивне поняття ЕОМ якнайповніше - це ЦВМ, виконана як єдиний конструктив.

З іншого боку, в поняття ЕОМ можна включити і спеціалізований мікропроцесор управління "рукою" робота, і персональний комп'ютер, і суперкомп'ютер, який, як елемент мережі може іменуватися також майнфреймом. Загальним при цьому є функціональне призначення ЕОМ - забезпечення потреб прикладної системної області. Розглядається при цьому використання ЕОМ, в основному, як універсальні обчислювальні системи (платформи).

Електронно-обчислювальна машина (ЕОМ) сьогодні є універсальним засобом обробки інформації, яка дозволяє автоматизувати

цей процес. Будь-яка наукова, виробнича, культурна, суспільна діяльність пов'язана з обробкою інформації.

Інформація – це набір відомостей про явища, події, процеси, стани, кількість об'єктів навколишнього середовища. Основна частина цієї інформації зберігається в будь-якій формі в пам'яті до моменту потреби в її використанні. В системах автоматизованої обробки інформації її передача відбувається за допомогою сигналів.

Сигнал – це фізичний процес, який може бути аналоговим (який безперервно змінюється по амплітуді і в часі) або дискретним (цифровим) (який може приймати кінцеве число значень в певні моменти часу). Аналогові сигнали використовуються в телефонах, радіомовленні, телебаченні. Сигнали, які несуть текстову, символну інформацію, дискретні. Різні компоненти ЕОМ є цифровою (дискретну) технікою і може обробляти інформацію, представлену тільки в чисельній формі. При введенні кожна буква кодується певним числом. Процес встановлення відповідності між інформацією, що вводиться, і числами називається кодуванням символів. Одиницею інформації є один біт, тобто двійковий розряд, що може приймати значення 0 й 1. Вісім біт становлять один байт. В одному байті можна закодувати значення одного символу з 256 можливих. ($2^8=256$).

Наведемо певну кількість понять, які використовуються в теорії ЕОМ.

Система (від грецького слова “ціле”) – це сукупність взаємодіючих елементів, які утворюють певну єдність. Існує ряд інших визначень, з яких одне з найвідоміших: система складається з підсистем, що володіють всіма властивостями системи.

Елементом системи називається така її частина, яка має певне функціональне призначення. Якщо складовий елемент системи у свою чергу складається з простих взаємозв'язаних елементів, то такий складний елемент системи називають підсистемою.

Організація системи – внутрішня впорядкованість, узгодженість взаємодії елементів системи. Взаємодія елементів системи визначає можливі стани системи. Кількість таких станів обмежена.

Структура системи – склад, порядок і принципи взаємодії елементів системи, що визначають основні властивості системи. У структурі системи виділяють підлегле функціонування елементів (різні

рівні ієрархії) і відносно незалежне функціонування елементів одного рівня ієрархії.

Архітектура системи – сукупність властивостей системи, істотних для користувача.

Архітектура ЕОМ - абстрактне представлення комп'ютера, яке відображає його структурну, схемотехніку і логічну організацію.

Мікропроцесорна система (МПС) – сукупність апаратних і програмних засобів, побудованих на основі мікропроцесора (мікроконтролера) для рішення конкретної задачі.

Цілісність системи – необхідна властивість системи, яка забезпечує її адекватну роботу.

Властивості системи не дорівнюють сумі властивостей її елементів (у системі виявляється додатковий ефект взаємодії підсистем). В той же час властивості елементів системи залежать від місця елемента і його функцій усередині системи

Інформаційною системою (ІС) називають систему, яка організує накопичення, зберігання і перетворення інформації в залежності від функцій, які вона виконує. З іншої точки зору під інформаційною системою розуміють комплекс взаємозв'язаних методів і засобів перетворення даних, необхідних користувачеві ІС (структурне визначення ІС).

По ступеню механізації процедур обробки інформації розрізняють системи ручної обробки, механізованої (сортування аркушів), автоматизованої і автоматичної (системи автоматичного управління). Надалі будемо під ІС розуміти саме автоматизовані інформаційні системи.

ІС можна класифікувати по різних ознаках:

- за функціональним призначенням: залежно від виконуваних функцій розрізняють виробничі ІС, комерційні ІС, фінансові ІС, маркетингові ІС і т.п.;

- по об'єктам управління: по цій класифікації виділяють ІС автоматизованого проектування (САПР), автоматизовані системи управління технологічними процесами (АСУТП), автоматизовані системи управління підприємством (АСУП), управління корпорацією (корпоративні ІС) тощо;

- по характеру використання інформації: у цій класифікаційній категорії розрізняють інформаційно-пошукові ІС (збір, зберігання і видача інформації по запиту користувача), такі, що інформаційно-радіють (СПУР –

системи підтримки прийняття рішень) і інформаційно-управляють (СРЧ - системи реального часу).

Оснoву будь-якою автоматизованою ІС складає ЕОМ (вітчизняна термінологія) або комп'ютер (зарубіжна термінологія). ЕОМ – це комплекс технічних засобів, призначених для автоматичної обробки інформації в процесі вирішення обчислювальних і інформаційних завдань.

Перші ЕОМ були створені в кінці 40-х років 20 століття і були по нинішніх масштабах гігантськими монстрами, які використовувалися тільки для обчислювальних цілей. Елементною базою цих комп'ютерів були електронні лампи, у зв'язку з чим вони не тільки займали великі площі, але і виділяли велику кількість тепла. В процесі зміни технологій ЕОМ зменшилися в розмірах і збільшили кількість додаткового устаткування, яке розширило сферу їх застосування. У 70-х роках 20 століття ЕОМ перетворилися спочатку на обчислювальні системи, а потім в інформаційно-обчислювальні системи.

Обчислювальна система – це сукупність одного або декількох комп'ютерів або процесорів, програмного забезпечення і периферійного устаткування, організована для виконання інформаційно-обчислювальних процесів.

Перші ОС створювалися з метою збільшення швидкодії і надійності роботи шляхом паралельного виконання обчислювальних операцій. Як це ні парадоксально, гальмом в подальшому збільшенні швидкодії ЕОМ є кінцева швидкість електромагнітних хвиль (300000 км/с). Час передавання сигналу між елементами ОС може значно перевищувати час перемикання електронних схем. Тому послідовна модель виконання операцій для класичної структури ЕОМ не дозволяє суттєво збільшити швидкодію ОС.

У таблиці 1 відбиті ті зміни, які відбувалися з моменту народження ЕОМ і по теперішній час в характері використання обчислювальної техніки.

Таблиця 1. Еволюція ЕОМ

Період	Характер використання	Режим роботи	Тип користувача	Тип діалогу
1	2	3	4	5
50-ті роки 20 ст.	Науково-технічні розрахунки	Одно-програмний	Інженер-програміст	Робота за пультом
60-і роки 20 ст.	Технічні і економічні розрахунки	Пакетна обробка	Інженер-програміст	Перфокартами, перфострічками і роздрукованими машинограмами
70-і роки 20 ст.	Управління і економічні розрахунки	Розподіл часу	Програмісти	Інтерактивний (через клавіатуру і екран)
80-і роки 20 ст.	Управління, надання інформації	Персональна робота	Користувачі з технічною освітою	Інтерактивний по жорсткому меню
90-і роки 20 ст.	Телекомунікації, інформаційне обслуговування і управління	Мережна обробка	Без обмежень	Інтерактивний з інтелектуальним меню
Початок 21 ст.	Всі сфери професійної діяльності, розваг, послуги Internet	Мережна обробка	Без обмежень	Інтерактивний з інтелектуальним меню

1.4 Форми представлення чисел

У природничих науках відомі позиційна і непозиційна системи числення.

Система числення (СЧ) – спосіб найменування і зображення чисел за допомогою символів, що мають певне кількісне значення.

У непозиційній системі числення цифри не міняють свого кількісного значення залежно від розташування в зображенні числа. Так, непозиційне римське X має значення "десять" в числі XXX -тридцять, і в числі LX- шістьдесят. Непозиційні системи числення не набули широкого поширення із-за громіздкості зображень і складних правил набуття значень по зображенню.

У позиційній СС кількісне значення кожної цифри залежить від її місця (позиції) в числі. Кількість (P) різних цифр, використовуваних для зображення числа в позиційній СС, називається підставою СС. Значення цифр лежать в діапазоні від 0 до (P-1).

У загальному випадку запис будь-якого змішаного числа в СС з підставою Р представлятиметься у вигляді ряду:

$$N = a_{m-1} * p^{v-1} + a_{m-2} * p^{m-2} + \dots + a_1 * p + a_0 + a_{-1} * p^{-1} + a_{-2} * p^{-2} + \dots + a_{-s} * p^{-s} \quad (1)$$

Нижні індекси визначають місцеположення цифри в числі (розряд):

- позитивні значення індексів, включаючи нуль — для цілої частини числа (m розрядів);

- негативні значення - для дробової частини числа (s розрядів).

Максимальне ціле число, яке може бути представлено в m розрядах:

$$N_{\max} = P^m - 1 \quad (2)$$

Мінімальне значення, не 0, яке можна записати в s розрядах дробової частини, дорівнює:

$$N_{\min} = 2^{-s} - 1 \quad (3)$$

У загальному випадку, маючи Р розрядів цілої частини числа і S - дробом, можна записати P^{m+s} різних чисел. Саме цей вираз представляє діапазон значень, що відображаються.

ЕОМ оперує з числами, що містять кінцеве число розрядів. Кількість розрядів обмежена довжиною розрядної сітки машини, під якою розуміється сукупність бітів інформації, призначених для зберігання і обробки машинних слів. Як впливає з вищевикладеного, діапазон представлення чисел в ЕОМ обмежений розмірами машинних слів.

Двійкова система числення має підставу Р=2 і використовує для представлення інформації всього 2 цифри - 0 і 1. Існують правила перекладу чисел з однієї системи числення в іншу, засновані на співвідношенні (1). Наприклад, двійкове число 101110,101 дорівнює десятковому 46,625:

$$101110,101 = 1 * 2^5 + 0 * 2^4 + 1 * 2^3 + 1 * 2^2 + 1 * 2^1 + 0 * 2^0 + 1 * 2^{-1} + 0 * 2^{-2} + 1 * 2^{-3} = 32 + 8 + 4 + 2 + 0,5 + 0,125 = 46,625$$

Правило перекладу з двійкової СС в десяткову: визначити вагу кожного двійкового розряду в десятковій СС і склавши значення з

одичними значеннями розрядів (не забувайте, що абсолютні значення збільшуються справа - наліво в цілій частині і зліва - направо - в дробі).

Переклад десяткового числа в СС з іншою підставою безпосередньо по співвідношенню (1) для людини вельми скрутний, оскільки всі дії, передбачені цим співвідношенням, необхідно виконувати в тій СС, в яку переводиться число. Проте, можна скористатися співвідношенням (1) і зробити переклад простіше, якщо перетворити окремо цілу і дріб частині виразу (1) до вигляду:
 $((+ a_{-3} * (p^{-1} + \dots + a_{-s} * p^{-1})) \dots)$

Алгоритм перекладу числа з десяткової СС в систему числення з підставою p , заснований на цих виразах, дозволяє оперувати з числами в десятковій СС (тій СС, з якої число переводиться) і передбачає окремий переклад цілої і дробової частин:

- для перекладу цілої частини числа, початкове число, а потім і цілі частини, що виходять в процесі перетворень, слід послідовно ділити на підставу p до тих пір, поки ціла частина приватного не виявиться рівною 0. Залишки від ділення, записані послідовно справа наліво (від останніх до перших), утворюють цілу частину числа в СС з підставою p ;

- для перекладу дробової частини початкове число, а потім дробові частини, що виходять в процесі перетворень, слід послідовно множити на підставу p до тих пір, поки чергова дробова частина твору не виявиться рівною 0 (число переводиться в нову СС точно) або не буде досягнута задана точність (після s творів дробова частина не рівна 0 - число переводиться в нову СС неточно). Цілі частини, записані після коми послідовно зліва направо (в порядку отримання, від перших до останніх) утворюють дробову частину числа в СС з підставою p .

Згідно вищевикладеним правилам, переклад в двійкову систему числа 46,625 буде наступним:

ціла частина 46; процес ділення: 1) $46:2=23$ (залишок 0), $23:2=11$ (залишок 1), $11:2=5$ (залишок 1), $5:2=2$ (залишок 1), $2:2=1$ (залишок 0), $1:2=0$ (залишок 1). Підсумок: записуємо залишки в зворотному порядку:

101110;

дробова частина: 0,625; процес множення: 1) $0,625*2=1,250$ (ціла частина 1), $0,25*2=0,5$ (ціла частина 0), $0,5*2=1,0$ (ціла частина 1). Підсумок:

записуємо цілі частини в порядку отримання: 101.

Дампи пам'яті (роздрук змісту осередків програми) представляються в шістнадцятирічній СС. Переклад з десяткової системи числення в десятиричну, крім приведеного вище правила, можна здійснити в два етапи: спочатку перевести число в двійкову систему числення, а потім кожні 4 двійкових розряду записати шістнадцятирічними цифрами. Двійкові числа від 0000 до 1001 представляють шістнадцятирічні цифри від 0 до 9, далі відповідність двійкових комбінацій шістнадцятирічним цифрам наступна:

1010 – А, 1011 – В, 1100 – 3, 1101 – D, 1110 – Е, 1111 – F.

Щоб кількість розрядів була кратна 4, можна додавати незначущі нулі зліва до цілої частини числа і справа – до дробу. Використовуючи викладені вище за положення, можна записати рівняння:

$$00101110,1010_2 = 2E, A_{16},$$

тут нижні індекси указують СС, в якій представляється число.

Представлення чисел з фіксованою і плаваючою крапкою

Для уявлення в ЕОМ використовуються 2 форми: природна (з фіксованою крапкою) і нормальна (з плаваючою крапкою).

Природна форма уявлення припускає, що положення коми, що відокремлює цілу частину числа від його дробової частини фіксовано в розрядній сітці ЕОМ. Крім того, ці числа можуть бути беззнаковими (позитивними) або мати знак, для представлення якого виділяється спеціальний розряд – знаковий. Як правило, це самий старший розряд в числі (крайній лівий). Для позитивних чисел в знак. Розряд заноситься – 0, для негативних – 1. У ЕОМ відомо 2 способи фіксації положення комою – або перед старшим розрядом числа (після знакового розряду, якщо він є), або після молодшого розряду. Розрядна сітка ЕОМ для цих варіантів може бути представлена так, як показано на приведених нижче ілюстраціях (у прямокутниках, що показують розряди двійкових чисел, проставлені ваги розрядів).

Число без знаку з комою, фіксованою перед старшим розрядом:

2^{-1}	2^{-2}	2^{-n}
----------	----------	---	---	---	---	---	----------

Число із знаком з комою, фіксованою перед старшим розрядом:

знак	2^{-1}	2^{-2}	2^{-n-1}
------	----------	----------	---	---	---	---	---	------------

Число без знаку з комою, фіксованою після молодшого розряду:

2^n	2^{n-1}	2^1	2^0
-------	-----------	---	---	---	---	-------	-------

Число із знайомий з комою, фіксованою після молодшого розряду:

Знак	2^{n-1}	2^{n-2}	.	.	.	2^1	2^0
------	-----------	-----------	---	---	---	-------	-------

У першому варіанті можуть бути представлені тільки правильні дроби, в другому – цілі числа, змішане число в такій розрядній сітці не уявно.

Нормальна форма представлення чисел дозволяє відобразити змішані числа і, крім того, значно розширює діапазон представлення чисел. Числа представляються у вигляді мантиси і ступеня (порядку) числа в двійковій системі числення. Мантиса зазвичай представляється правильним дробом в нормалізованому вигляді (звідси і назва форми уявлення). У нормалізованому вигляді перша цифра мантиси (праворуч від коми) повинна бути відмінною від нуля. Це дозволяє уникнути множинних форм представлення чисел з плаваючою крапкою.

Розрядна сітка ЕОМ для такого уявлення може бути наступною:

знак числа	$2^{=1}$	2^{-2}	.	.	.	2^{-m}	Знак порядку	2^p	2^{p-1}	.	.	2^0
------------	----------	----------	---	---	---	----------	--------------	-------	-----------	---	---	-------

При $m=22$ и $p=10$ діапазон чисел полягає від 10^{-300} до 10^{+300} . Для порівняння: кількість секунд, які пройшли з моменту утворення планети Земля, складає всього 10^{18} .

Слід зазначити, що всі числа з плаваючою комою зберігаються в машині у нормалізованому вигляді. Нормалізованими називаються такі числа, старший розряд мантиси якого не дорівнює 0. У нормалізованих двійкових чисел, отже $0.5 \leq M < 1$, .

1.5 Принципи побудови пристроїв обробки цифрової інформації

Обчислювальна система є перш за все засобом обробки інформації.

Інформація – це набір відомостей про події, явища, процеси, стан, об'єм та кількість об'єктів дослідження. Інформація зберігається в пам'яті. При необхідності її частина виймається з пам'яті та передається у вигляді сигналу в місце, де вона буде оброблена.

Сигнал – це фізичний процес, який може бути аналоговим (який безперервно змінюється по амплітуді і в часі) або дискретним (цифровим) (який може приймати кінцеве число значень в певні моменти часу). Аналогові сигнали використовуються в телефонах, радіомовленні, телебаченні. Сигнали, які несуть текстову, символічну інформацію, дискретні. Різні компоненти ОС є цифровою (дискретну) технікою.

ОС може обробляти інформацію, представлену тільки в чисельній формі. Будь-яка інформація (текстова, числова) кодується певним числом. Процес встановлення відповідності інформацією і числами, за допомогою яких вона відображається в пам'яті ОС, називається кодуванням.

Одиницею цифрової інформації в ОС є один біт, тобто двійковий розряд, що може приймати значення 0 й 1. Вісім біт становлять один байт. В одному байті можна закодувати значення одного символу з 256 можливих ($2^8=256$).

В сучасних ОС використовується двійкова форма представлення даних, яка має алфавіт, що складається з двох цифр – 0 і 1. Двійкова система дозволяє представити або закодувати будь-яке число як послідовність нулів і одиниць.

Двійкове представлення числа вимагає приблизно в 3,3 рази більшого числа розрядів, ніж його десяткове уявлення. Проте двійкове кодування легко реалізується технічно, оскільки електронні схеми для обробки двійкових кодів повинні знаходитися тільки в одному з двох станів (є сигнал/ нема сигналу або висока напруга/низька напруга). Програмістів двійкове кодування привертає тим, що дозволяє представити інформацію будь-якої природи (тексти, картинки, фільми, звукозаписи) в одному і тому ж двійковому вигляді, придатному для обробки на ЕОМ.

В основу роботи ЕОМ покладена її спроможність виконувати послідовність команд. Послідовність команд, в свою чергу, утворює програму.

ЕОМ можуть мати різні конструктивні особливості, відрізнятися продуктивністю, точністю, кількістю пристроїв кожного типу, способом введення/виведення інформації, але всі вони в своєму складі мають не менш трьох основних функціональних пристроїв: процесорний пристрій (процесор); зовнішню пам'ять великого об'єму; канал обміну інформацією з зовнішньою пам'яттю і пристроями введення/виведення.

Організаційні принципи роботи ЕОМ були сформульовані американським математиком Фон-Нейманом в 1945р.

П'ять принципів Фон-Неймана сформулюються наступним чином:

- інформація кодується в двійковій формі і розділяється на елементи, які ми називаємо словами;
- слова відрізняються не способом кодування, а за необхідністю використання;
- слова розміщені в пам'яті і ідентифікуються адресами слів;
- алгоритм (програма) представляється у вигляді послідовності команд, які визначають тип операції та адресу слова в пам'яті;
- команди виконуються послідовно в відповідності з їх розташуванням в пам'яті.

Викладені принципи свідчать про те, що ЕОМ відноситься до класу систем програмного управління, а безпосередній ініціатор виконання чергової операції – це команда.

Абсолютна більшість ЕОМ відповідають п'яти принципам Фон-Неймана і відносяться сьогодні до класу машин, якими управляють потоки команд. Програма в таких машинах починає виконуватись по необхідності рішення задачі, тобто по запиту. Спочатку із пам'яті зчитується команда, а потім за наведеними адресами визначаються дані (операнди).

Останнім часом з'явився новий клас ЕОМ, якими управляють потоки даних. Кожна команда програми не буде виконуватись до тих пір, поки не активізуються операнди (дані). Таким чином, спочатку повинні бути прочитані всі операнди, а потім готова до виконання команда буде виконуватись. Вочевидь, робота ЕОМ, якими управляють потоки даних, не відповідає принципам Фон-Неймана, за виключенням першого.

Програми, записані в пам'ять, складають програмне забезпечення ЕОМ і є її необхідною частиною. Для виконання команд

використовуються як апаратні, так і програмні засоби. Межі між цими засобами постійно змінюються. Новітні технології дозволяють удосконалювати апаратну частину. Розвиток програмних засобів не потребує додаткових апаратурних витрат, за виключенням додаткової пам'яті для нових програм.

Система команд звичайно не охоплює всі можливі апаратурні дії, тому в обчислювальних пристроях широко використовується мікропрограмне управління, яке займає проміжне місце між програмним і апаратурним управлінням. Мікропрограмне управління – це послідовне виконання мікрокоманд, які зберігаються в спеціальній постійній пам'яті. Кожна мікрокоманда – це набір управляючих сигналів. Послідовність виконання мікрокоманд програмується шляхом запису в мікрокомандах адрес наступних мікрокоманд. Мова мікропрограмної обробки – виключно спеціальна; вона може бути орієнтована на будь-яку частину апаратури. Мікропрограма обробка стандартизує і скорочує об'єм апаратури, тому що збільшення функцій ОС здійснюється за рахунок удосконалення мікропрограмного забезпечення. Швидкість мікропрограмної обробки вище швидкості програмної обробки завдяки її спеціалізації і локалізації, але, звичайно, нижче апаратурної.

Для кращого розуміння організаційних принципів роботи ОС доцільно ввести поняття «процесу». Процес – це виконання програми. Для забезпечення процесу необхідна наявність засобів: оперативної пам'яті, в яку записані програма, вхідні дані і результати обчислень; апаратура для виконання команд програми з мікропрограмним або будь-яким іншим видом управління; необхідний набір управляючих програм. Необхідною є також процедура запису в пам'ять програми та вхідних даних; перетворення програми в форму, яку розуміє апаратура (машинною мовою); завдання режиму роботи ОС.

В кожний момент часу процес знаходиться в визначеному стані та в будь-який момент часу може бути зупинений. Для його відновлення необхідні апаратурні і програмні засоби для зберігання та аналізу інформації, яка характеризує стан процесу.

ОС взмозі одночасно реалізовувати з перериваннями декілька процесів. В такому випадку потрібно організувати певну взаємодію процесів. Програми, які приймають участь в процесі, можуть використовувати одні й ті області пам'яті та інші ресурси. Тобто, для

реалізації своїх функцій обчислювальної системи необхідно мати комплекс програмних засобів, який називають математичним забезпеченням.

Математичне забезпечення комп'ютера, наприклад, складається з операційної системи, програм технічного обслуговування і пакетів прикладних програм.

Операційна система – це основна частина математичного забезпечення ЕОМ, призначена для управління обчислювальним процесом разом з апаратурою. Основні функції операційної системи: розподіл ресурсів ЕОМ, управління режимами роботи, запуск програм на виконання, програмна підтримка діалогового режиму роботи тощо. Перед виконанням програми проходять процедуру трансляції, тобто переклад з мов високого рівня на мову машинного рівня.

Програми технічного обслуговування автоматизують перевірку працездатності всіх пристроїв ЕОМ та виконання програм. В склад програм технічного обслуговування входять, наприклад, програми для діагностики апаратної частини ЕОМ.

Пакети прикладних програм – це програмні засоби для рішення широкого класу задач, наприклад, науково-технічних або економічних. Склад і об'єм прикладних програм постійно розширюється і змінюється. До прикладних програм також відносяться програми, які розширюють функції операційних систем.

Сукупність апаратних і програмних засобів, організованих за вищевикладеними правилами, і складають обчислювальну систему.

1.6 Класична схема ЕОМ

Викладені принципи програмного управління (фон Неймана) реалізовані в апаратному забезпеченні ЕОМ, структура якого поступово оформилася у наведену нижче схему, що стала сьогодні класичною і складається з наступних блоків:

- блок для виконання логічних і арифметичних операцій (АЛП);
- блок для зберігання інформації (пам'ять або ОЗП);
- пристрої для введення і виведення даних;
- пристрій управління для забезпечення узгодженої роботи вище перелічених пристроїв перетворення інформації (ПУ).

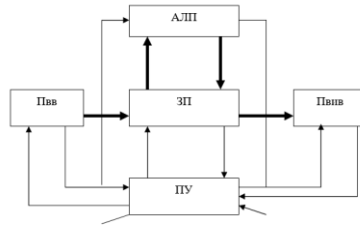


Рисунок 1– Класична схема ЕОМ.

На цій схемі лініями різної товщини відмічені потоки:

- інформації 
- сигналів, що управляють 

Скорочення на схемі означають наступне:

- ПУ – пристрій управління;
- Пвв – пристрої введення;
- Пув – пристрої виводу;
- АЛП – арифметико-логічний пристрій;
- ЗП – пристрій, що запам'ятовує, пам'ять ЕОМ.

Арифметико-логічний пристрій АЛП виконує арифметичні і логічні операції над даними. Пристрій управління ПУ організує взаємодію всіх складових ЕОМ. Запам'ятовуючий пристрій (ЗП) або пам'ять служить для зберігання даних і програм, а також для тимчасового зберігання даних і результатів виконуваних операцій. Пристрої введення і виведення інформації забезпечують зв'язок з навколишнім середовищем, забезпечують передачу вхідної інформації від користувача до ЕОМ та вивід результатів обчислень в зовнішнє середовище.

Коротко розглянемо функціонування ЕОМ.

Пристрій управління ПУ ініціює роботу пристроїв введення Пвв, даючи йому команду введення в ЗП. Аналогічно зніціюється робота пристроїв виведення Пув.

Пристрій управління ПУ вказує, з якого елемента ЗП необхідно передавати інформацію в АЛП, яку операцію над цією інформацією повинен виконувати АЛП, в який елемент пам'яті повинен бути занесений результат операції.

Сучасні ЕОМ мають відмінності, обумовлені розвитком обчислювальної техніки: ЗП представляється декількома рівнями:

внутрішній або оперативний ЗП (ОЗП) і зовнішній ЗП (ЗЗП). Внутрішній ЗП містить інформацію, що обробляється за визначений проміжок часу, включаючи і поточний момент. Зовнішній ЗП служить сховищем всієї інформації конкретного користувача.

В сучасній ЕОМ зовнішні ЗУ налічують декілька рівнів:

- АЛП і ПУ об'єднані в один пристрій - центральний процесор (ЦП або CPU);

- у сучасних ЕОМ і ПК є досить великий арсенал пристроїв введення Пвв і пристроїв виведення Пвив.

Структурно сучасні ЕОМ і ПК складається з 2-х частин: центральної і периферійною. До центральної частини відносять процесор і ОЗП.

ЦП називають пристрій, що безпосередньо здійснює процес обробки даних і програмне управління цим процесом. У його склад входять АЛП, ПУ і власна пам'ять процесора. В сучасних ПК ЦП реалізований у вигляді великої інтегральної схеми і називається мікропроцесором.

ЦП взаємодіє з ОЗП або просто оперативною пам'яттю (ОП). ОП призначена для прийому, зберігання і видачі інформації (чисел, символів, команд, констант) – всієї інформації для виконання обчислень за програмою.

Окрім ОП у всіх ПК є внутрішня постійна пам'ять для зберігання постійних даних і програм. ОП – до недавнього часу доволі коштовна частина апаратури. Об'єм її обмежений, тому великі масиви або таблиці інформації зберігаються у ЗЗП. До них відносять: накопичувачі на магнітних дисках (НМД), пам'ять типу FLESH, накопичувачі на магнітних стрічках (НМЛ), накопичувачі на оптичних і магнітооптичних дисках.

У сучасних ПК реалізована віртуальна пам'ять, яка дозволяє користувачеві працювати з розширеним простором пам'яті комп'ютера. **Віртуальна пам'ять представляє сукупність ОП і ЗЗП, а також комплексу програмно-апаратних засобів, що забезпечують динамічну переадресацію даних, внаслідок чого користувач не піклується про своєчасну передачу інформації з ЗЗП в ОП.** Функції по необхідному переміщенню бере на себе обчислювальна система.

ЗЗП, Пвв і Пвив утворюють периферійну частину ПК. Склад пристроїв може сильно відрізнятись в різних екземплярах, тому говорять про конфігурацію ПК.

Продуктивність і ефективність використання ПК визначається не тільки процесором і ОП, але у великій мірі і технічними даними периферійних пристроїв, а також способом їх спільної роботи з центральною частиною ПК. Зв'язок між центральною і периферійною частинами здійснюється за допомогою сполучень, які називаються **інтерфейсами**.

Інтерфейс – сукупність стандартизованих апаратних і програмних засобів, що забезпечують обмін інформації між пристроями. В основі побудови інтерфейсів лежить уніфікація і стандартизація (використання єдиних способів кодування даних, форматів даних, використання єдиних роз'ємів і тому подібне). Наявність інтерфейсів дозволяє уніфікувати передачу даних між пристроями незалежно від їх особливостей. Особливості враховують контролери – спеціальні блоки ПК для управління роботою периферійних пристроїв.

Всі моделі сучасних ПК мають магістрально-модульний тип архітектури. При такій структурі всі пристрої ПК обмінюються інформацією і сигналами через системну шину або магістраль. Фізично вона є системою функціонально об'єднаних проводів, по яких передається 3 потоки даних:

- безпосередньо інформація (дані);
- сигнали, що управляють;
- адреси.

Модульність дозволяє міняти пристрої (модулі) ПК, до магістралі можуть підключатися додаткові периферійні пристрої, одні моделі пристроїв можуть замінюватися іншими. Можливе збільшення внутрішньої пам'яті, заміна мікропроцесора на більш продуктивний. Апаратне підключення периферійного пристрою до магістралі здійснюється через контролер. Контролер або адаптер – це електронна схема, яка забезпечує управління роботою пристроями комп'ютера. Програмне управління роботою пристрою здійснюється за допомогою програми-драйвера, яка є складовою частиною операційної системи.

Модульна організація спирається на магістральний принцип обміну інформацією.

На рис. 2 приведена схема обміну інформацією між пристроями в ЕОМ із загальною шиною.

Кількість дротів в системній шині, призначених для передачі інформації, називається **розрядністю шини**.

Оскільки шина є загальною, використовуватися вона може в кожен певний момент часу тільки одним яким-небудь пристроєм. Для цих цілей передбачена система пріоритетних переривань, яка віддає шину для використання пристрою з найбільшим пріоритетом.

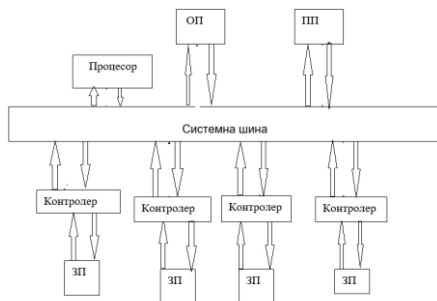


Рисунок 2 – Схема обміну інформацією за допомогою системної шини.
ОП – пам'ять, ПП – постійна пам'ять, ЗП - зовнішній пристрій

1.7 Класифікація ЕОМ

Електронна обчислювальна машина (ЕОМ)- комплекс технічних і програмних засобів, призначений для автоматизації, підготовки і рішення завдань|задач| користувачів.

Структура - сукупність елементів і їх зв'язки. Розрізняють структури технічних, програмних і апаратно-програмних засобів.

Архітектура ЕОМ - це багаторівнева ієрархія апаратно-програмних засобів, з яких будується ЕОМ. Кожен з рівнів допускає багатоваріантну побудову і застосування. Конкретна реалізація рівнів визначає особливості структурної побудови ЕОМ.

Однією з найважливіших характеристик ЕОМ є її *швидкодія*, яка характеризується кількістю команд, які виконує ЕОМ за одну секунду. Оскільки до складу команд ЕОМ включаються операції, різні по тривалості виконання і по вірогідності їх використання, то має сенс характеризувати її або середньою швидкістю ЕОМ, або граничною (для «найкоротших» операцій типу «регістр-регістр»). Сучасні обчислювальні машини мають дуже високі характеристики по швидкодії, які вимірюються сотнями мільйонів операцій в секунду. Наприклад, новітній

мікропроцесор Merced, спільного виробництва фірм Intel і Hewlett-Packard, володіє піковою продуктивністю більше мільярда операцій в секунду.

Іншою найважливішою характеристикою ЕОМ є *ємкість запам'ятовуючих пристроїв*. Цей показник дозволяє визначити, який об'єм програм і даних може бути одночасно розміщений в пам'яті. В даний час персональні ЕОМ можуть мати ємкість оперативної пам'яті в розмірі декількох Гбайт. Цей показник дуже важливий для визначення, які програмні пакети можуть одночасно оброблятися в машині.

Надійність - це здатність ЕОМ за певних умов виконувати необхідні функції протягом заданого періоду часу. Наприклад, у сучасних HDD середній час напрацювання на відмову досягає 500000 годин. (близько 60 років).

Точність - можливість розрізнити майже рівні значення. Точність отримання результатів обробки інформації в основному визначається розрядністю ЕОМ, а також структурними одиницями представлення інформації (байтом, словом, подвійним словом). За допомогою засобів програмування (мов високого рівня) цей діапазон може бути збільшений у декілька разів, що дозволяє досягати дуже високої точності.

Достовірність - властивість інформації бути вірно сприйнятою. Достовірність характеризується вірогідністю отримання безпомилкових результатів. Заданий рівень достовірності забезпечується апаратно-програмними засобами контролю самої ЕОМ. Існують методи контролю достовірності шляхом рішення еталонних задач і повторних розрахунків. У особливо відповідальних випадках проводяться контрольні рішення на інших ЕОМ і порівняння результатів.

Традиційно електронну обчислювальну техніку підрозділяють на аналогову і цифрову. Рідкісні зразки аналогової обчислювальної техніки використовуються в основному в проектних і науково-дослідних установах у складі різних стендів для випробування складних зразків техніки. По своєму призначенню їх можна віднести до класу спеціалізованих обчислювальних машин.

Те, що 15-20 років тому вважалося сучасною великою ЕОМ в даний час є застарілою технікою з дуже скромними можливостями. В умовах бурхливої революції в області мікропроцесорних пристроїв будь-яка запропонована класифікація ЕОМ дуже швидко застарівати і потребувати коректування. Наприклад, в класифікаціях десятирічної

давності широко використовувалися назви міні-, міді- і мікро-ЕОМ, які майже зникли з вжитку.

Академік В.М. Глушков зазначав, що існують три глобальні сфери діяльності людини, які вимагають використання якісно різних типів ЕОМ.

Перший напрям є традиційним - застосування ЕОМ для автоматизації обчислень. Відмінною особливістю цього напрямку є наявність хорошої математичної основи, закладеної розвитком математичних наук і їх застосувань. Перші, а потім і подальші обчислювальні машини класичної структури в першу чергу і створювалися для автоматизації обчислень.

Друга сфера застосування ЕОМ зв'язана з використанням їх в системах управління. Вона народилася в 60-і роки 20ст., коли ЕОМ почали впроваджуватися в технології управління автоматичними і автоматизованими системами. Математична база цієї сфери була створена протягом подальших 15-20 років. Нове застосування обчислювальних машин потребувало видозміни їх структури. ЕОМ, які використовувалися в управлінні, повинні були не тільки забезпечувати обчислення, але і автоматизувати збір даних і розподіл результатів обробки.

Третій напрям застосування ЕОМ - це рішення задач штучного інтелекту. Нагадаємо, що задачі штучного інтелекту припускають отримання не точною результату, а частіше середнього в статистичному, імовірнісному сенсі. Прикладів подібних задач багато: задачі робототехніки, докази теорем, машинний переклад текстів з однієї мови на інші, планування з урахуванням неповної інформації, складання прогнозів, моделювання складних процесів і явищ і так далі. Цей напрям все більше набирає силу. У багатьох областях науки і техніки створюються і удосконалюються бази даних і бази знань, експертні системи. Щодо технічного забезпечення цього напрямку потрібні якісно нові структури ЕОМ з великою кількістю обчислювачів (ЕОМ або процесорних елементів), що забезпечують паралелізм в обчисленнях. По суті, ЕОМ поступаються місцем складним обчислювальним системам.

Ще один клас найбільш масового використання засобів обчислювальної техніки - вбудовані (інтегровані) мікропроцесори. Успіхи мікроелектроніки дозволяють створювати мініатюрні обчислювальні пристрої, аж до однокристальних ЕОМ. Ці пристрої, універсальні по характеру застосування, можуть вбудовуватися в окремі машини, об'єкти, системи. Вони знаходять все більше застосування в побутовій техніці

(телефонах, телевізорах, електронному годиннику, мікрохвильових печах і так далі), в міському господарстві (енерго-, тепло-, водопостачанні, регулюванні руху транспорту і так далі), на виробництві (робототехніці, управлінні технологічними процесами). Поступово вони входять в наше життя, все більше змінюючи середовище існування людини.

Таким чином, можна запропонувати наступну класифікацію засобів обчислювальної техніки, в основу якої покладено їх розділення по потужності:

- супер-ЕОМ для вирішення великомасштабних обчислювальних завдань, для обслуговування найбільших інформаційних банків даних;
- великі ЕОМ для комплектування відомчих, територіальних і регіональних обчислювальних центрів;
- середні ЕОМ широкого призначення для управління складними технологічними виробничими процесами. ЕОМ цього типу можуть використовуватися і для управління розподіленою обробкою інформації як мережні сервери;
- персональні і професійні ЕОМ, що дозволяють задовольняти індивідуальні потреби користувачів. На базі цього класу ЕОМ будуються автоматизовані робочі місця (АРМ) для фахівців різного рівня;
- вбудовані мікропроцесори, що здійснюють автоматизацію управління окремими пристроями і механізмами.

Питання для самоперевірки

1. У чому полягає особливість ЦОП?
2. Наведіть основні пристрої, з яких складається ЦОП, та їх функції.
3. Наведіть класифікацію ЕОМ.
4. У чому полягає суть програмного управління?
5. Наведіть основні особливості магістрально-модульного типу архітектури ЕОМ?
6. Визначить суть понять в теорії ЦОП: слово даних, адреса, магістраль або шина, пам'ять.

ГЛАВА 2 МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА ТА ЇЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ

2.1 Виникнення мікропроцесорів і мікрокомп'ютерів

Виникнення мікропроцесорів і мікрокомп'ютерів відіграло важливу роль у розвитку обчислювальної техніки та зробило комп'ютери більш доступними для широкого кола користувачів.

Поява мікропроцесорів:

- 1971 рік: компанія Intel представила перший комерційний мікропроцесор Intel 4004. Цей чіп був 4-бітним і мав призначення для використання в калькуляторах.

- 1972 рік: Intel випустила мікропроцесор Intel 8008, який вже був використаний в багатьох різних застосунках, включаючи обчислювальні системи та пристрої автоматизації.

Поява мікрокомп'ютерів:

- 1975 рік: Компанія MITS випустила Altair 8800, один із перших мікрокомп'ютерів для домашнього користувача. Він використовував мікропроцесор Intel 8080 і став популярним серед хобістів та ентузіастів комп'ютерів.

Поява архітектур для мікрокомп'ютерів:

- 1977 рік: Компанія Apple представила Apple II, що був одним з перших особистих комп'ютерів, оснащених графічним інтерфейсом та кольоровим монітором. Це відкрило шлях до розвитку особистих комп'ютерів з інтуїтивним інтерфейсом користувача.

- 1981 рік: IBM випустила перший IBM PC, який став стандартом для сумісних комп'ютерів і розпочав бум особистих комп'ютерів.

Розвиток і стандартизація мікропроцесорів:

- 1980-1990-ті роки: Різні компанії, такі як Intel, AMD, і Motorola, розробляли та випускали нові покоління мікропроцесорів, що дозволило комп'ютерам ставати все потужнішими та швидшими;

- 1985 рік: Intel представила перший 32-бітний мікропроцесор - Intel 80386, що розширило можливості комп'ютерів.

Ці події і етапи сприяли розвитку мікропроцесорів та мікрокомп'ютерів і робили їх доступними для користувачів у домашніх та

бізнес-середовищах. Цей розвиток сприяв створенню індустрії особистих комп'ютерів, що привело до того, що комп'ютери стали невід'ємною частиною нашого сучасного життя.

Поява компаній, таких як **Apple та Microsoft.**

Apple і Microsoft зіграли ключову роль у створенні та розвитку ринку персональних комп'ютерів і програмного забезпечення.

Apple Inc.

Заснування: Apple була заснована в 1976 році Стівом Джобсом, Стівом Возняком і Рonom Уейном в гаражі Джобса в Купертіно, Каліфорнія.

Перший продукт: першим продуктом компанії став Apple I, персональний комп'ютер, який був проданий у складі плат і вимагав самостійного складання.

Apple II: У 1977 році Apple представила Apple II, персональний комп'ютер, який вже мав готовий корпус і був орієнтований на широкий споживачський ринок. Він став дуже популярним і успішним.

Макінтош і GUI: У 1984 році Apple випустила Macintosh (Макінтош), перший комп'ютер з графічним інтерфейсом користувача (GUI), що був розроблений на основі проекту Xerox PARC. Це відкрило шлях для більш легкого та інтуїтивного взаємодії з комп'ютерами.

Microsoft Corporation.

Заснування: Microsoft була заснована в 1975 році Біллом Гейтсом і Полом Алленом в Альбукерке, Нью-Мексико.

Домінування ОС DOS: у 1980-х роках Microsoft стала виробником операційної системи MS-DOS (MicroSoft Disk Operating System), яка стала стандартом для багатьох персональних комп'ютерів, зокрема IBM PC.

Виникнення Windows: у 1985 році Microsoft випустила операційну систему Windows 1.0, яка вперше включала графічний інтерфейс користувача. Пізніше Windows стала однією з найпопулярніших ОС для ПК.

Офісні програми: Microsoft також розвивала офісні програми, такі як Microsoft Office, які стали незамінними для бізнесу та дому.

Обидві компанії мали значний вплив на індустрію ПК та інформаційних технологій. Історія Apple та Microsoft часто порівнюється, і вони конкурували на ринку комп'ютерів та програмного забезпечення

протягом багатьох років. Стів Джобс і Білл Гейтс вважаються визначними постатями в історії технологічної індустрії. Розвиток цих компаній також відобразився в появі нових продуктів, таких як iPhone та iPad від Apple, а також багатьох версій операційної системи Windows від Microsoft.

2.2 Мікропроцесори і мікропроцесорні пристрої

Визначимо поняття та терміни, які використовуються в мікропроцесорній техніці:

Мікропроцесор (МП) - програмно-керований пристрій, що здійснює процес обробки цифрової інформації і управління ним; побудований на одній або декількох великих інтегральних схемах (ВІС).

Мікропроцесорна ВІС - інтегральна мікросхема, що виконує функцію МП або його частини (ВІС з процесорною організацією, розроблена для побудови мікропроцесорних систем).

Мікропроцесорна система - управляюча інформаційна або інша спеціалізована цифрова система, побудована на базі мікропроцесорних пристроїв.

Мікропроцесорна ЕОМ (мікро-ЕОМ) - це ЕОМ, що складається з мікропроцесора (мікропроцесорів), напівпровідникової пам'яті, засобів зв'язку з периферійними пристроями та джерела живлення, поєднаних загальною несучою конструкцією.

Мікропроцесорний комплект (МПК) - набір мікропроцесорних та інших інтегральних мікросхем, сумісних по конструктивно-технологічному виконанню та призначених для сумісного вживання при побудові мікро-ЕОМ і інших засобів обчислювальної техніки.

Все різноманіття МП зручно розділити на два типи:

- однокристалні МП з фіксованою розрядністю слова та фіксованою системою команд і, як правило, пристроєм управління зі "схемною" логікою;

- багатокристалні (секційні) мікропрограмовані МП із змінною розрядністю слова і з фіксованим набором мікрооперацій.

Мікрокомп'ютери першого типу мають типову структуру типову, яка нагадує організацію звичайних ЕОМ. В ній в явній формі знайшов віддзеркалення принцип обробки даних на основі виконання команд

програми. Тому методи роботи з МП першого типу певною мірою подібні методам роботи малих ЕОМ.

Однокристальні МП виконуються з використанням різних МОП-технологій мікроелектроніки, що дозволяють розміщувати на одному кристалі велике число елементарних схем, МОП-транзисторів дякуючи їх унікально малим розмірам і невеликій потужності розсіювання. МОП-структури перших поколінь істотно поступалися в швидкодії біполярним структурам.

Біполярні ВІС (наприклад, з малопотужними ТТЛ-схемами з діодами Шотки) володіли в порівнянні з МОП-ВІС набагато більшою швидкістю, але значно меншою густиною упаковки компонентів на кристалі.

З'явився другий тип МП - багатокристальний біполярний МП, заснований на конструктивному принципі ФУНКЦІОНАЛЬНО-РОЗРЯДНОГО СЛОВА, що пропонує реалізацію на кристалі малорозрядної (2-4 розряди) мікропроцесорної секції (пошарові). В цьому випадку для забезпечення обробки слів заданої розрядності мікропроцесор складається з відповідної кількості однакових кристалів (мікропроцесорних секцій, "слів") об'єднаних мікропрограмним блоком управління, реалізованим на окремих кристалах.

Мікропрограмні багатокристальні МП забезпечують велику гнучкість в досягненні потрібних користувачі характеристик (в першу чергу потрібної швидкодії мікропроцесорного пристрою або мікропроцесорної системи, надаючи користувачу можливість задавати спеціалізовану систему команд, орієнтовану на певне використання. Проте при цьому проектувальник повинен розробляти мікропрограми, які реалізують ці команди, і записати їх в управляючу пам'ять МП.

Згодом різні варіанти поліпшеної МОП-технології дозволили не тільки збільшивши кількість елементів на кристалі, але і випередили по швидкодії МП на основі біполярної технології.

Для внутрішнього опису функціонування МП необхідно охарактеризувати:

- формат оброблюваних даних і команд;
- тип і гнучкість команд;
- способи адресації даних;
- кількість внутрішніх регістрів загального призначення;
- організацію і адресацію стека;

- параметри віртуальної пам'яті;
- інформаційний об'єм пам'яті.

МП також розрізняють:

- по числу ВІС в МП;
- по призначенню;
- по виду оброблюваних вхідних сигналів;
- по організації структури МП схем.

По характеру роботи в часі МП поділяють на синхронні і асинхронні.

Синхронні МП - це МП, в яких початок і кінець виконання операцій задається пристроєм управління ПУ.

Асинхронні МП дозволяють початок виконання кожної наступної операції визначити по сигналу фактичного закінчення виконання попередньої операції.

По організації структури МП системи розрізняють:

- одно магістральні мікро-ЕОМ;
- багато магістральні мікро-ЕОМ.

У одно магістральних мікро-ЕОМ всі пристрої мають однаковий інтерфейс і підключені до єдиної інформаційної магістралі, по якій передаються коди даних, адреси і управляючих сигналів.

У багато магістральних мікро-ЕОМ пристрої групами підключаються до своєї інформаційної магістралі.

По кількості виконуваних програм розрізняють: однопрограмні і багатопрограмні МП.

У однопрограмному МП перехід і виконання наступної програми відбувається після завершення поточної програми.

Багатопрограмний МП дозволяє виконувати одночасно декілька програм.

2.3 Типова структура мікропроцесорних пристроїв

Основою будь-якої мікропроцесорної системи є МП.

Узагальнена логічна структура мікропроцесорної системи МПС наведена на рисунку 3.

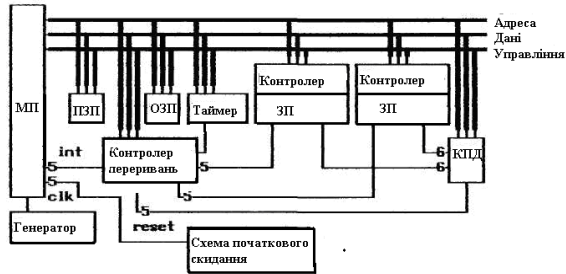


Рисунок 3 – Узагальнена логічна структура МП – системи.

Скорочення: МП - мікропроцесор,
 ОЗП- оперативний запам'ятовуючий пристрій,
 ПЗП – постійний запам'ятовуючий пристрій,
 ЗП – зовнішній пристрій,
 КПД – контролер прямого доступу до пам'яті.

МП здійснює цифрову обробку даних, здійснює адресацію команд і операндів, що зберігаються в пам'яті за допомогою шин адреси, даних і управління.

В постійному запам'ятовуючому пристрої (ПЗП) зберігаються системні програми, необхідні для управління процесом обробки даних.

В оперативному запам'ятовуючому пристрої (ОЗП) зберігаються прикладні програми, дані і результати обчислень.

Робота МП синхронізується тактовими сигналами CLK, що поступають на його входи від генератора тактової частоти (синхронізації).

Схема початкового скидання виробляє сигнал RESET (СКИДАННЯ) мікропроцесора на основі аналізу напруг на виході блоку живлення (включення живлення) або при примусовій зупинці роботи МПС з клавіатури.

Контролери — пристрої, що забезпечують обмін даними різних ЗП, мікропроцесором і ОП. Контролер переривань - який аналізує сигнали (запити на переривання), які надходять до МПС від ЗП (зовнішні переривання) або мікропроцесора (внутрішні переривання) та організує відгук (або реакцію) МПС на переривання.

Контролер прямого доступу до пам'яті призначений для обміну даними між ЗП та ОП без участі мікропроцесора.

До складу МПС можуть входити:

- шинний контролер, призначений для сполучення пристроїв з системною шиною по паралельному інтерфейсу;
- послідовного інтерфейсу, призначений для побудови багатопроцесорних систем або сполучення джерел і приймачів сигналів, що не збільшують навантаження на системний інтерфейс;
- спеціалізований процесор арифметичної обробки сигналів (співпроцесор);
- ПЗП команд і констант;
- ОЗП операндів.

Для забезпечення роботи МПС до її системного інтерфейсу можна підключати пристрої для спеціалізованої обробки арифметичних алгоритмів (таких, як швидке перетворення Фур'є, десяткова корекція) і пристрої обробки аналогових сигналів.

Як пристрої для обробки аналогових сигналів використовують аналого-цифрові (АЦП) і цифроаналогові (ЦАП) перетворювачі, що забезпечують безпосереднє сполучення цифрового пристрою обробки з аналоговими сигналами датчиків і приймачів.

2.4 Способи передачі цифрової інформації в мікропроцесорній системі

Існує три способи передачі інформації:

- програмно-управляюча передача даних, що ініціюється процесором;
- програмно-управляюча передача, що ініціюється запитами на переривання від зовнішнього пристрою;
- прямий доступ до пам'яті (ПДП).

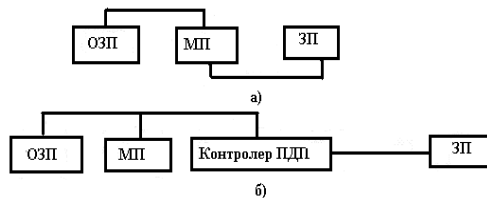


Рисунок 4 – Способи передачі цифрової інформації

При програмно-управляючій передачі, як це показано на рис. 4 а), передача слів відбувається через реєстри процесора: слово даних через контролер зовнішнього пристрою надходить до внутрішнього реєстра мікропроцесора (акумулятора) і в залежності від потреб подальшої обробки надходить до ОЗП.

При програмно-управляючій передачі даних МП на під час цієї операції відволікається від виконання основної програми, що веде до зниження продуктивності МП системи. Крім того, швидкість передачі даних через МП може виявитися недостатньою для роботи з високошвидкісними ЗП.

Відрізняються перший і другий спосіб передачі даних тільки ініціатором: при першому способі – це процесор (наприклад, при виконанні команди програми, яка потребує дані з зовнішнього пристрою), при другому – це зовнішній пристрій, сигнал від якого має назву – переривання.

Прямим доступом до пам'яті називається обмін даними, що забезпечує автономну передачу даних між ОЗП і ЗП (без участі мікропроцесора).

Прямий доступ до пам'яті збільшує граничну швидкість введення/виведення інформації і загальну продуктивність МПС, робить її більш пристосованою для роботи в системі реального часу.

Прямим доступом до пам'яті управляє контролер ПДП, що виконує наступні функції:

- управління передачею даних між ОЗП і ЗП, що ініціюється процесором або ЗП;
- визначення розміру блоку даних, що передаються та області пам'яті, куди записуються дані;
- визначення адреси чарунок ОЗП, що беруть участь в передачі;
- підрахунок кількості байт, що передані через інтерфейс та визначення моменту завершення операції введення/виведення.

2.5 Функціонування мікропроцесорної системи

Функціонування МПС – це процес, якій складається з виконання команд та обміну даними.

Процес функціонування МПС зводиться до наступної послідовності дій:

- отримання даних від різних зовнішніх пристроїв (з клавіатури, від дисплеїв, з каналів зв'язку, від різного типу зовнішніх запам'ятовуючих пристроїв (дискети, флеш-карти, вінчестери));

- обробка даних;

- видача результатів обробки на зовнішні пристрої (ЗП).

При цьому дані від ЗП, що підлягають обробці, можуть поступати і в процесі їх обробки.

Оперативна пам'ять (ОЗП) зберігає і видає по запитам команди програми, яку виконує мікропроцесор, різні дані (початкові, проміжні та кінцеві результати обробки);

Мікропроцесор видає на шину адреси номер (адресу) чарунки ОП, в якій записана чергова команда, і по шині управління в ОП поступають сигнали, що забезпечують читання вмісту цієї чарунки. Чергова команда через шину даних передається в мікропроцесор. Тут команда розшифровується.

Якщо дані, які необхідні для виконання цієї команди, знаходяться в регістрах мікропроцесора, то мікропроцесор приступає до виконання вказаною в команді операції.

Якщо при розшифровці команди з'ясується, що дані, що беруть участь в операції, знаходяться в ОП, то мікропроцесор виставляє на шину адреси адресу чарунки, де зберігаються ці дані; після видачі даних з ОП мікропроцесор приймає їх через шину даних, потім виконується операція над даними.

Після завершення поточної команди на шину адреси видається адреса наступної команди, і описаний процес повторюється.

Обмін даними з ЗП може здійснюється таким чином.

Мікропроцесор, виконуючи команду введення, подає на контролер відповідні керівні сигнали; дані з ЗП приймаються в регістр контролера, потім вони контролером видаються на шину даних. Далі ці дані з шини даних приймаються в мікропроцесор. Потім в процесі виконання відповідної команди вони передаються в ОП.

Аналогічно відбувається обмін даними у зворотному напрямі — від ОП до ЗП. По відповідній команді програми здійснюється прийом з ОП в мікропроцесор даних, що підлягають передачі на ЗП, після чого по

одній з наступних команд ці дані видаються на шину даних і через контролер обміну передаються на ЗП.

Описаний процес обміну припускає, що моменти обміну даними відомі наперед вже на етапі програмування, і в програмі передбачаються в певних місцях відповідні команди.

Моменти обміну можуть визначатися і самим ЗП. В таких випадках ЗП подає в мікропроцесор певні сигнали і переводить його в стан переривання. Перебуваючи в стані переривання мікропроцесор припиняє виконання основної програми і переходить до виконання команд іншої програми (перериваючої програми), зберігається в ОП. Після закінчення перериваючої програми мікропроцесор повертається до виконання основної програми.

Описані способи забезпечують низьку швидкість обміну, і застосовувати їх доцільно при обміні даними з низько швидкісними ЗП.

При роботі з високошвидкісними ЗП (такими, як що запам'ятовують пристрої на дисках і ін.) використовується так званий метод прямого доступу до пам'яті (ПДП). В цьому режимі мікропроцесор відключається від шин адреси і даних, надаючи їх в розпорядження ЗП для безпосереднього обміну даними з ОП (без участі мікропроцесора). Обмін при цьому організовується спеціальним контролером ПДП.

У режимі ПДП ЗП обмінюється з ОП не бітами або байтами даними, а великими блоками даних. В контролер ПДП мікропроцесор заздалегідь поміщає інформацію, необхідну для управління обміном (адреса чарунки ОП, куди записується або звідки прочитується перше належне обміну слово, кількість слів в блоці і ін.). В процесі обміну контролер ПДП видає на шину адреси адресу чарунки ОП, після закінчення передачі слова між ОП і ЗП через шину даних контролер ПДП збільшує на одиницю значення адреси, видаваної на шину адреси. Після завершення передачі заданої кількості слів контролер ПДП припиняє обмін, інформуючи про це мікропроцесор. Останній відновлює зв'язок з шинами адреси і даних і продовжує виконання програми.

2.6 Організація мікро-ЕОМ

Під організацією мікро-ЕОМ розуміють склад її програмно-апаратних засобів, зв'язки між ними і їх функціональні характеристики.

Мікросистеми мають багаторівневу ієрархічну організацію з багатьма складовими компонентами на кожному рівні. З нижнім рівнем функціонального опису МПС і її складових пов'язано поняття фізичної організації мікро-ЕОМ - її функціональна схема. Термін «логічна організація» відноситься до більш високих рівнів опису мікро-ЕОМ. Так, логічна організація на рівні апаратури - це склад, функціональні зв'язки і характеристики взаємодії апаратних модулів в процесі виконання різних задач, які звичайно називають структурною схемою або структурою. Про логічну організацію на рівні програмного забезпечення (ПО) говорять як про обчислювальне середовище і її особливості.

Кінцева мета проектування МПС - створення працездатного і оптимального виробу на базі одного або декількох МП. Можливість її досягнення визначається в першу чергу вибором раціонального співвідношення між програмними і апаратними засобами. Для цього вводиться поняття архітектури.

Мікросистемам, побудованим на основі мікропроцесорних комплектів (МПК) молодшого покоління, властива більш проста архітектура, що було важливе для інтегральної технології минулого десятиріччя. Проте обчислювальні можливості і швидкодія цих систем, як правило, були низькі. Удосконалення технологічних прийомів дозволило збільшити ступінь інтеграції апаратури і перейти до складної 16-розрядної архітектури з віртуальною пам'яттю, що забезпечує паралельну обробку багатьох задач в реальному масштабі часу.

Мікросистема (МС) складається з побудованого на базі МПК *центрального процесора (ЦП)*, *основної пам'яті* для зберігання програм і даних, а також *підсистеми введення-виведення* для зв'язку МПС із зовнішньою апаратурою. Задача управління МС покладається на ЦП, який пов'язаний з пам'яттю і підсистемою ВВ через канали пам'яті і ВВ відповідно. Центральний процесор прочитає з пам'яті МС команди, які утворюють програму, і декодує їх. Відповідно до результату декодування команд він здійснює вибірку даних з пам'яті МС і *портів введення*, обробляє їх і пересилає назад в пам'ять або *порти виводу* підсистеми ВВ. Існує також можливість ВВ даних з пам'яті на зовнішні пристрої і назад, минаючи ЦП. В такому випадку обмін даними виконується через *канал прямого доступу до пам'яті (ПДП)*, управління яким покладається на підсистему ВВ. Іноді виділяються ресурси *підтримки режиму реального*

часу, в найпростішому випадку що розділяються процесором і підсистемою ВВ.

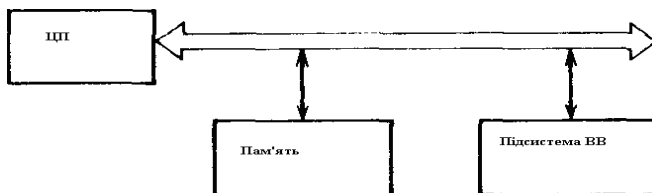


Рисунок 5 – Базова організація мікро-ЕОМ

Кожний рівень організації мікро-ЕОМ і будь-яка її складова частина мають достатньо складну внутрішню структуру, деталізація якої приводить до появи різних типів структур і обчислювальних середовищ. Відповідно до принципу програмного управління, що використовується в МС, їх організація в значній мірі визначається методологією побудови великих обчислювальних систем. Проте через особливості виробництва МПК БІС і їх вживання організація МС придбала ряд рис, не властивих великим ЕОМ.

2.7 Основні типи архітектур мікро-ЕОМ

В більшості сучасних мікро-ЕОМ для зберігання програм і даних використовується один простір пам'яті. Така організація одержала назву *архітектури Дж. фон Неймана*. Програми і дані зберігаються в єдиному просторі. Вміст чарунки інтерпретується оператором обробки, яким в найпростішому випадку виступає ЦП.

Проте майже всі однокристалні МІКРО-ЕОМ, що представляють клас однокристалних програмованих мікроконтролерів, виконані по іншій схемі, відомій як *архітектура Гарвардської лабораторії*, в якій пам'ять програм CSEG (Code segment) і пам'ять даних DSEG (Data segment) розділені і мають свої власні адресні простори і способи доступу до них. Таке розділення дозволило розмістити компактно кодовий набір машинних команд, економно використовувати пам'ять програм, і було застосовано при розробці однокристалних мікроконтролерів перших типів, що мають всього лише (1-2) Кбайт ($K=2^{\wedge}10$) управляючої пам'яті, розташованої на кристалі. Подальше вдосконалення архітектури обох

типів полягало у виділенні спеціального простору даних невеликого об'єму, який сьогодні відомий як набір програмно-доступних регістрів RSEG (Register Segment). На відміну від CSEG чи DSEG регістри RSEG розташовуються усередині ЦП в безпосередній близькості від його арифметично-логічного пристрою (АЛП), що забезпечує швидкий фізичний доступ до інформації, що зберігається в них. В деякі інтервали часу програма найбільш інтенсивно працює лише з невеликим об'ємом даних. Для тимчасового зберігання цих даних і призначена регістрова область - набір програмнодосяжних регістрів.

Область RSEG може бути як повністю ізольована від простору даних DSEG, так і частково перетинатися з ним, що дає можливість розглядати окремі регістри МП як звичні елементи пам'яті даних. Така організація є доцільною, якщо в МС підтримується швидкий доступ до всієї або хоча б деякої частини пам'яті даних DSEG.

Майже все сучасні МС мають регістрові області незалежно від того, до якого типу вони належать: нейманівському або гарвардському. Внутрішня логічна організація RSEG дуже різноманітна і грає визначальну роль в класифікації архітектури. Функціональна структура регістрової області розглядається в 1.4. Поки розглянемо в її складі лише регістр (Program Counter), який називається *командним лічильником*. Даний регістр є невід'ємною частиною всіх МС і пов'язаний з адресацією пам'яті програм. Саме він служить покажчиком наступного елементу програмної послідовності, що підлягає вибірці і виконанню.

Система ВВ в найпростішому випадку представляє набір буферних схем і регістрів (портів), через які здійснюється зв'язок із зовнішніми і внутрішніми апаратними засобами МС. Система ВВ звичайно використовує єдиний механізм адресації портів, розміщених в спеціальному просторі ВВ мікросистеми IOSEG (Input Oulpul Segment), логічно ізольованому від інших просторів даних, що адресуються, - ізольований ВВ. До МС з ізольованим ВВ відносяться системи на базі МП КР580ВМ80, К1810ВМ86 і інших, що мають спеціальні набори команд ВВ.

У деяких системах логічно ізольований простір ВВ може бути відсутній. В цьому випадку в просторі пам'яті даних DSEG виділяються області, в яких і розміщуються порти, - це суміщений ВВ. Організація доступу до портів в таких МС нічим не відрізняється від процесу запису-

читання даних в пам'ять. Сумішений ВВ використовується в МС на базі МП серії К1801.

2.8 Організація просторів пам'яті та введення/виведення мікро - ЕОМ

На відміну від RSEG пам'ять програм CSEG і даних DSEG, а також область ВВ IOSEG організовані простіше. У ряді випадків пам'ять МС з погляду програміста є лінійно впорядкованим набором n -розрядних чарунок з довільним доступом – лінійна пам'ять. Кожному набору чарунок відповідає число, що називається її адресою. Всі адреси займають цілочисельний діапазон від 0 до $2^m - 1$, котрий утворює адресний простір пам'яті. Розрядність адреси m звичайно дорівнює 16, 18, 20, 24 або 32. В тих випадках, коли найменша одиниця пам'яті – байт ($n=8$), пам'ять має байтову організацію.

Одним з прикладів МС з пам'яттю лінійної організації байтового типу є 8-розрядна система на базі МП КР580ВМ80. Команди цього МП виконують звернення до простору пам'яті місткістю $2^{16}=64$ Кбайт. Надалі пам'ять МС представлятиметься таким чином, що чарунки із старшими адресами розташовувалися нижче ніж з молодшими. Нумерація окремих розрядів в чарунку здійснюється з правого краю, починаючи з нуля. При цьому розряд з нульовим номером є молодшим.

При необхідності *програмні об'єкти*, команди і *операнди* (дані в командах), що зберігаються в пам'яті, можуть розташовуватися в сусідніх чарунках простору пам'яті. Адресою об'єкту звичайно служить якнайменш з адрес чарунок, займаних ним. Операція звернення до пам'яті припускає читання або запис всього об'єкту як єдиного цілого. Наприклад, слова в пам'яті МС на базі МП КР580ВМ80 зберігаються в двох сусідніх байтах. Старша частина слова займає байт із старшою адресою, а молодша – байт з молодшою адресою. При цьому адреса молодшого байта служить адресою слова.

Пам'ять більшості 16- і 32-розрядних МС також має байтову організацію. Так, нижній рівень логічного представлення пам'яті МП К1810ВМ86 місткістю 1 Мбайт аналогічний розглянутому вище. Проте в даному МП існує більш високий рівень організації пам'яті, на якому в основному і працює програміст.

Дуже часто організація пам'яті передбачає певні обмеження на можливе розташування багатобайтових об'єктів. Так, в МС на базі 16-розрядного МП K1810BM86, яка також має пам'ять з байтовим доступом місткістю 64К байт, слова в пам'яті можуть знаходитися тільки за парними адресами. Тоді при доступі до слова значення молодшого розряду його адреси, що вказує на байт в слові, до уваги не береться, тобто така пам'ять має межу слів. Порядок розташування байтів усередині слова стандартний: спочатку молодший, потім старший байт слова.

Організацію такого вигляду мають не тільки простори пам'яті DREG і CSEG, але і область BB IOSEG.

2.9 Командний цикл

Центральний процесор здійснює введення, обробку і виведення даних відповідно до програми, що зберігається в CSEG.

Програма - це впорядкована послідовність команд і даних. Процес виконання програми полягає в послідовному виконанні команд, з яких складається програма.

Команда це функціональна завершена елементарна дія, яка визначається типом даних, що використовуються, джерелом їх отримання, операцією над ними, приймачем розміщення результату, а також джерелом отримання наступної команди. Програміст розглядає команду як одну неподільну дію. На рівні фізичного обміну кожна команда є рядом типових циклів звернення до системної магістралі.

Машинне представлення команди в пам'яті МС називається її *об'єктним кодом*. Об'єктний код команди складається з ряду нулів і одиниць. Проте людині більш зрозуміла інформація, представлена в символічній формі. Тому разом з об'єктним кодом кожній команді приписується її символічне позначення, або *мнемокод*, який використовується при написанні програм людиною з подальшим її перекодуванням в машинне уявлення. Звичайно існує взаємно-однозначна відповідність між мнемокодом і об'єктним кодом команди.

Час, необхідний для виконання однієї команди, називається *командним циклом*. Командний цикл ділиться на дві фази: *вибірки і виконання*. Робота ЦП полягає в безперервному повторенні фаз командного циклу.

Основний зміст фази вибірки полягає в читанні першого байта (слова) команди з пам'яті МС і його введення в спеціальний *регістр команд* IR (Instruction Register). Читання байта (слова) відбувається за адресою, що зберігається в програмному лічильнику РС. Одночасно з цим вміст РС збільшується.

Фаза виконання полягає в дешифрації вмісту IR і виконанні дій, які визначені цим вмістом. Склад і порядок дій фази виконання для кожної команди свій. Вона також може включати прочитування додаткових байтів (слів) команди і відповідної зміни РС, декілька додаткових звернень до пам'яті програм і (або) даних для вибірки операндів і розміщення результату, цикли звернення до портів ВВ IOSEG.

У цілому робота МС полягає в наступному. При включенні джерела живлення або натисненні клавіші скидання RESET управління апаратно передається на стартову адресу пам'яті програм. Вибирається і виконується перша команда, за наслідками якої управління передається іншій і т.д. При прийомі спеціальної команди останову НЛТ мікропроцесорна система припиняє свою роботу до наступного пуску.

2.10 Принципи організації та класифікація АЛП

Арифметико-логічні пристрої (АЛП) слугують для виконання арифметичних і логічних перетворень над словами, званими в цьому випадку операндами. АЛП служить основною частиною операційного блоку ЕОМ.

Виконувані АЛП операції можна розділити на наступні групи:

- операції двійкової арифметики для чисел з фіксованою комою;
- операції двійкової арифметики для чисел з плаваючою комою;
- операції десяткової арифметики;
- операції індексної арифметики;
- операції спеціальної арифметики;
- операції над логічними кодами;
- операції над алфавітно-цифровими полями.

Сучасні ЕОМ загального призначення звичайно реалізують операції всіх приведених вище груп, а малі і мікро-ЕОМ часто не мають апаратури арифметики чисел з плаваючою комою, десяткової арифметики

і операцій над алфавітно-цифровими полями. В цьому випадку операції реалізуються спеціальними програмами.

До арифметичних операцій відносяться складання, віднімання, узяття модулів ("короткі операції"), і множення і розподіл ("довгі операції").

Групу логічних операцій складають операції диз'юнкція(логічне АБО) і кон'юнкція (логічне І) над багаторозрядними двійковими словами, а також операція порівняння кодів на рівність.

Спеціальні арифметичні операції включають нормалізацію, арифметичний зсув (зсовуються тільки цифрові розряди, а знаковий залишається на місці), логічний зсув (знаковий розряд зсовується разом з цифровими).

За способом дії над операндами АЛП діляться на послідовні і паралельні. В послідовних АЛП операнди представляються в послідовному коді, а операції проводяться послідовно в часі над їх окремими розрядами. В даний час АЛП цього типу ніде не застосовуються. В паралельних АЛП операнди представляються паралельним кодом і операції виконуються паралельно в часі над всіма розрядами операндів.

За способом представлення чисел розрізняють АЛП:

- для чисел з фіксованою комою;
- для чисел з плаваючою комою;
- для десяткових чисел.

По характеру використання елементів і вузлів АЛП діляться на блокові і багатофункціональні. В блоковому АЛП операції над числами з фіксованою і плаваючою комою, десятковими числами і алфавітно-цифровими полями виконуються в окремих блоках, при цьому підвищується швидкість роботи, оскільки блоки можуть паралельно виконувати відповідні операції, але значно збільшуються витрати на устаткування. В багатофункціональних АЛП операції для всіх форм представлення чисел виконуються одними і тими ж схемами, які комутуються потрібним чином залежно від необхідного режиму роботи.

2.11 Структура і формат команд. Кодування команд

Всі можливі перетворення дискретної інформації можуть бути зведені до чотирьох основних видів:

- передача інформації в просторі;
- зберігання інформації;
- логічні операції;
- арифметичні операції.

ЕОМ, що є універсальним перетворювачем дискретної інформації, виконує всі вказані види перетворень.

Обробка інформації в ЕОМ здійснюється автоматично шляхом програмного управління. Програма є алгоритмом обробки інформації, записаним у вигляді послідовності команд, які повинні бути виконані машиною для отримання рішення задачі.

Команда є кодом, що визначає операцію обчислювальної машини і дані, що беруть участь в операції. Команда містить також в явній або неявній формі інформацію про адресу, по якій поміщається результат операції, і про адресу наступної команди.

Процес виконання програми складається з окремих машинних операцій. В даному випадку під операцією розуміється перетворення інформації, виконуване машиною під впливом однієї команди.

Змістом машинної операції можуть бути запам'ятовування в пам'яті, передача, арифметичне або логічне перетворення машинних слів, а також деякі допоміжні процедури.

По характеру виконуваних операцій розрізняють наступні основні групи команд:

- команди арифметичних операцій для чисел з фіксованою і плаваючою коми;
- команди десяткової арифметики;
- команди логічних операцій;
- команди передачі кодів;
- команди введення-виведення;
- команди передачі управління;
- команди завдання режиму роботи машини.

У команді, як правило, містяться не самі операнди, а інформація про адреси елементів пам'яті або регістри, в яких вони знаходяться.

Код команди можна представити тим, що складається з декількох частин або полів, що мають певне функціональне призначення при кодуванні командної інформації. Команда в загальному випадку складається з операційної і адресної частин. У свою чергу, ці частини можуть складатися з декількох полів.

Операційна частина містить код операції, який задає вид операції. Адресна частина команди містить інформацію про адреси операндів і результату операції, а в деяких випадках інформацію про адресу наступної команди.

Структура команди визначається складом, призначенням і розташуванням полів в команді. Форматом команди називають її структуру з розміткою номерів розрядів (битий), що визначають межі окремих полів команди, або з вказівкою числа біт в певних полях.

Питання для самоперевірки

1. Які способи представлення чисел в ЦОП Ви знаєте?
2. Що таке мікропроцесор?
3. Що таке мікропроцесорна система?
4. Що ми розуміємо під командою мікропроцесора?
5. Опишіть базову організацію ЕОМ.
6. Як здійснюється кодування команд мікропроцесора?

Глава 3 МІКРОПРОЦЕСОР

3.1. Архітектури процесорів

Процесор, або більш повно — мікропроцесор, який також часто називають ЦПП (CPU — central processing unit) є центральним компонентом комп'ютера. Це розум, який прямо або опосередковано керує усім, що відбувається усередині комп'ютера.

За способом організації вибірки команд і даних розрізняють два види архітектур:

- Принстонську архітектуру або архітектуру Фон-Неймана;
- Гарвардську архітектуру.

Коли фон Нейман уперше запропонував зберігати послідовність інструкцій, так звані програми, у тій самій пам'яті, що й дані, це була дійсно новаторська ідея. Опублікована вона в «First Draft of a Report on the EDVAC» у 1945 р. Цей звіт описував комп'ютер, що складається з чотирьох основних частин: центрального арифметичного пристрою, центрального керуючого пристрою, пам'яті й засобів введення-виведення. Сьогодні майже всі процесори мають фон-нейманівську архітектуру. Кожен мікропроцесор має певну кількість елементів пам'яті, що називаються регістрами, арифметично-логічний пристрій (АЛП) і пристрій керування. Регістри використовуються для тимчасового зберігання виконуваної команди, адрес пам'яті, оброблюваних даних й іншої внутрішньої інформації мікропроцесора. В АЛП здійснюється арифметична й логічна обробка даних. Пристрій керування реалізує тимчасову діаграму і виробляє необхідні керуючі сигнали для внутрішньої роботи мікропроцесора й зв'язку його з іншою апаратурою через зовнішні шини мікропроцесора. На рисунку 6 наведено фон-нейманівську архітектуру.

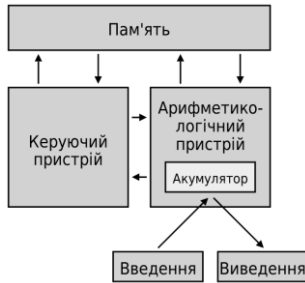


Рисунок 6 – Фон-нейманівська архітектура

Гарвардська архітектура – архітектура обчислювальних машин, головною відмінністю якої від інших подібних архітектур є те, що дані та оператори (алгоритм) зберігаються окремо. Першим комп'ютером, який застосовував гарвардську архітектуру, був Mark, який експлуатувався в Гарварді (звідки назва архітектури) та зберігав команди окремо на перфокартах, а дані в релейному запам'ятовуючому пристрої.

Схема гарвардської архітектури комп'ютера.

Така структура має одну важливу перевагу над фон-нейманівською архітектурою: дані можна завантажувати для обробки з запам'ятовуючого пристрою одночасно з командами. В фон-нейманівській архітектурі для зв'язку операційного та керувального пристроїв (які разом складають центральний процесор), використовується одна шина, тому необхідно спочатку завантажити в процесор команду, а вже потім, звернувшись по тій же шині за адресою, яка вказана в команді – завантажити дані. Наявність в гарвардській архітектурі двох незалежних підсистем пам'яті з окремими шинами дозволяє вести процес завантаження команд і даних практично паралельно.

Головним недоліком гарвардської архітектури є порівняна з фон-нейманівською складність реалізації. Адже для кожного з запам'ятовуючих пристроїв необхідний свій контролер і своя шина, що зі збільшенням розрядності призводить до зростання кількості з'єднань у системі, і це негативно впливає як на складність проектування, так і на швидкодію.

Гарвардська архітектура широко застосовується в спеціалізованих обчислювачах, зокрема в мікроконтролерах та цифрових сигнальних

процесорах, де необхідний високо інтенсивний обмін даними. Також за гарвардською архітектурою зазвичай організується кеш-пам'ять в ЕОМ загального призначення, яка розділяється окремо на кеш-пам'ять команд та кеш-пам'ять даних. На рисунку 7 наведено гарвардську архітектуру.



Рисунок 7 – Гарвардська архітектура

Сьогодні існує кілька напрямків у виробництві мікропроцесорів. За форматам використовуваних команд (інструкцій) можна виділити наступні види архітектур: CISC-архітектура та RISC-архітектура.

RISC архітектура.

RISC (англ. **Reduced Instruction Set Computing**) — обчислення з скороченим набором команд.

Характерні особливості RISC-процесорів:

- фіксована довжина машинних інструкцій (наприклад, 32 біта) і простий формат команди;

- спеціалізовані команди для операцій з пам'яттю - читання або запису. Операції виду «прочитати-змінити-записати» відсутні. Будь-які операції "змінити" виконуються тільки над вмістом регістрів (т.зв. load-and-store архітектура);

- велика кількість регістрів загального призначення (32 і більше); відсутність підтримки операцій виду "змінити" над укороченими типами даних - байт, 16- бітне слово. Так, наприклад, система команд DEC Alpha містила лише операції над 64-бітними словами, і вимагала розробки і подальшого виклику процедур для виконання операцій над байтами, 16- і 32- бітними словами;

- відсутність мікропрограм всередині самого процесора. Те, що в CISC процесорі виконується мікропрограмами, в RISC процесорі виводиться як звичайний (хоча і поміщений у спеціальне сховище) машинний код, не відрізняється принципово від коду ядра ОС і додатків.

Це концепція проектування процесорів, яка на перше місце ставить наступний принцип: більш компактні і прості інструкції виконуються швидше. Проста архітектура дозволяє здешевити процесор, підняти тактову частоту, а також розпаралелити виконання команд між декількома блоками виконання (т.зв. суперскалярні архітектури процесорів). Багато раних RISC-процесори навіть не мали команд множення і ділення. Ідея створення RISC процесорів прийшла після того, як в 1970-х роках вчені з ІВМ виявили, що багато з функціональних особливостей традиційних ЦПУ ігнорувалися програмістами. Частково це був побічний ефект складності компіляторів. У той час компілятори могли використовувати лише частину з набору команд процесора. Наступне відкриття полягало в тому, що, оскільки деякі складні операції використовувалися рідко, вони як правило були повільніше, ніж ті ж дії, що виконуються набором простих команд. Це відбувалося через те, що творці процесорів витрачали набагато менше часу на поліпшення складних команд, ніж на поліпшення простих.

Перші RISC-процесори були розроблені на початку 1980-х років в Стенфордському і Каліфорнійському університетах США. Вони виконували невеликий (50 - 100) набір команд, тоді як звичайні CISC (Complex Instruction Set computer) виконували 100 - 200.

Як виявилось на початку 1990-х років, RISC-архітектури дозволяють отримати більшу продуктивність, ніж CISC, за рахунок використання суперскалярного і VLIW-підходу, а також за рахунок можливості серйозного підвищення тактової частоти і спрощення кристала з вивільненням площі під кеш, що досягає величезних ємностей. Також RISC-архітектури дозволили сильно знизити енергоспоживання процесора за рахунок зменшення числа транзисторів.

Перший час RISC-архітектури насилу приймалися ринком через відсутність програмного забезпечення для них. Ця проблема була вирішена перенесенням UNIX-подібних операційних систем (SunOS) на RISC- архітектури.

В даний час більшість архітектур процесорів є RISC-подібними, наприклад, ARM, DEC Alpha, SPARC, AVR, MIPS, POWER і PowerPC. Найбільш широко використовувані в настільних комп'ютерах процесори архітектури x86 раніше були CISC-процесорами, проте нові процесори, починаючи з Intel Pentium Pro, є CISC-процесорами з RISC-ядром. Вони

безпосередньо перед виконанням перетворюють CISC-інструкції x86-процесорів в більш простий набір внутрішніх інструкцій RISC.

Після того, як процесори архітектури x86 були переведені на суперскалярну RISC-архітектуру, можна сказати, що більшість існуючих нині процесорів засновані на архітектурі RISC.

CISC архітектура.

CISC (Complex Instruction Set Computing) є архітектурою обчислювальних пристроїв, яка розроблена для спрощення програмування та забезпечення більш широкого спектра операцій. У цій статті ми розглянемо основні аспекти CISC архітектури та її вплив на розробку програмного забезпечення.

CISC архітектура використовує набір складних інструкцій, які можуть виконувати різноманітні операції в одній команді. Це включає арифметичні операції, роботу з пам'яттю, керування потоком виконання, операції з рядками та багато іншого. CISC архітектура намагається забезпечити зручний інтерфейс для програмістів, дозволяючи їм використовувати складні команди без необхідності вирішувати низькорівневі деталі.

CISC архітектура зародилася в 1960-х роках як відповідь на обмеження раних комп'ютерів, які мали обмежений обсяг пам'яті та обчислювальні ресурси. У цей період, головною метою було забезпечити якнайбільшу функціональність за рахунок низького рівня абстракції. Це призвело до створення складних інструкцій, які могли виконувати різні операції одночасно. Протягом наступних десятиліть CISC архітектура продовжувала розвиватися, додаючи нові функції та можливості. Однак, з появою RISC (Reduced Instruction Set Computing) архітектури, яка мала спрощений набір інструкцій та покращену продуктивність, CISC архітектура стала менш популярною.

Основними рисами CISC архітектури є:

- складні інструкції. CISC архітектура має велику кількість складних інструкцій, які можуть виконувати багато різних операцій. Це дозволяє зменшити кількість команд, які потрібно виконати для вирішення складних завдань;

- адресне розміщення. CISC архітектура використовує адресне розміщення, що означає, що команди можуть використовувати прямі

адреси пам'яті. Це дозволяє простіше роботу з пам'яттю та зручний доступ до даних;

- вбудована пам'ять. Багато CISC процесорів мають вбудовану пам'ять, таку як кеш-пам'ять, що дозволяє прискорити доступ до даних і підвищити продуктивність;

- висока рівень абстракції. CISC архітектура намагається забезпечити високий рівень абстракції, що дозволяє програмістам працювати на вищому рівні та уникати деталей нижчого рівня.

CISC архітектура має як позитивний, так і негативний вплив на процес програмування. Основні переваги включають:

- зручний інтерфейс: CISC архітектура надає програмістам багатий набір інструкцій, що дозволяє зручно виконувати різноманітні операції;

- менше коду: Завдяки складним інструкціям, програми можуть бути написані в меншу кількість рядків коду.

Однак, CISC архітектура також має свої недоліки:

- складність CISC інструкцій може призводити до проблем у розробці та оптимізації програмного забезпечення;

- помітний розмір коду. Завдяки великій кількості інструкцій, програми на CISC архітектурі можуть мати більший обсяг пам'яті.

CISC архітектура забезпечує широкий набір складних інструкцій та високий рівень абстракції для програмістів. Вона має свої переваги та недоліки, які необхідно враховувати при розробці програмного забезпечення. Незважаючи на зростання популярності RISC архітектури, CISC архітектура залишається важливим аспектом сучасних комп'ютерних систем.

3.2 Параметри процесорів

Структури різних типів процесорів можуть істотно розрізнятися, однак із погляду користувача найбільш важливими параметрами є архітектура, адресний простір пам'яті, розрядність шини даних, швидкодія.

Архітектуру мікропроцесора (МП) визначає розрядність слота і внутрішньої шини даних МП. Перші МП ґрунтувалися на 4-розрядній

архітектурі. Перші ПЕОМ використовували МП із 8-розрядною архітектурою, а сучасні МП побудовані на 32- і 64-розрядній архітектурі.

Мікропроцесори з 4- і 8-розрядною архітектурою використовували послідовний принцип виконання команд, при якому чергова операція починається тільки після виконання попередньої. У деяких МП із 16- розрядною архітектурою використовуються принципи паралельної роботи, при якій одночасно з виконанням поточної команди здійснюється попередня вибірка й зберігання наступних команд. У МП із 32-розрядною архітектурою використовується конвеєрний метод виконання команд, при якому кілька внутрішніх пристроїв МП працюють паралельно, здійснюючи одночасно обробку декількох послідовних команд програми.

Адресний простір пам'яті визначається розрядністю адресних регістрів і адресної шини МП. У 8-розрядних МП адресні регістри зазвичай складаються з двох 8-розрядних регістрів, утворюючи 16-розрядну шину, яка адресує 68 КБ пам'яті. У 16-розрядних МП, як правило, використовуються 20-розрядні адресні регістри, що адресують 1 МБ пам'яті. У 32-розрядних МП використовуються 24- і 32-розрядні адресні регістри, що адресують від 16 МБ до 4 ГБ пам'яті.

Для вибірки команд і обміну даними з пам'яттю МП мають шину даних, розрядність якої, як правило, збігається з розрядністю внутрішньої шини даних, обумовленою архітектурою МП. Однак для спрощення зв'язку з зовнішньою апаратурою зовнішня шина даних може мати розрядність меншу, ніж внутрішня шина й регістри даних. Наприклад, деякі МП із 16-розрядною архітектурою мають 8-розрядну зовнішню шину даних. Вони являють собою спеціальні модифікації звичайних 16-розрядних МП і мають практично ту ж саму обчислювальну потужність.

Одним з важливих параметрів МП є тактова частота (Clock rate) його роботи й роботи системної шини, що зазвичай задається зовнішніми синхросигналами. Для сучасних процесорів стандартними є частоти системної шини (FSB) 66, 100, 133 МГц, а власна частота сягає 3 ГГц. Виконання найпростіших команд (наприклад, додавання двох операндів із регістрів або пересилання операндів у регістрах МП) вимагає мінімально двох періодів тактових імпульсів (для вибірки команди і її виконання). Складніші команди вимагають для виконання до 10—20 періодів тактових імпульсів. Якщо операнди знаходяться не в регістрах, а в пам'яті,

додатковий час витрачається на вибірку операндів у регістри й записи результату в пам'ять.

Швидкість роботи МП визначається не тільки тактовою частотою, але й набором його команд, їхньою гнучкістю, розвинутою системою переривань.

Відповідно до закону Мура (сформульованого у 1965 р. Гордоном Муром, одним із творців Intel), CPU подвоює свою потужність і можливості кожні 18 місяців. Цей закон діє протягом уже майже сорока років.

Однак закони фізики обмежують конструкторів у безпосередньому збільшенні частоти, і хоча частоти зростають щороку, приріст продуктивності все ж недостатній. Ось чому інженери постійно шукають спосіб змусити процесор виконувати більший обсяг роботи за кожен такт. Інший напрямок розвитку полягає в розширенні шини даних і регістрів. Навіть 4-бітні процесори здатні складати 32-бітні числа, щоправда, виконавши масу інструкцій; 32-бітні процесори вирішують це завдання за одну інструкцію. Більшість сьгоднішніх процесорів мають 32-розрядну архітектуру, на підході вже 64-розрядні.

3.3. Процес виробництва процесорів

Кремній або силікон – це основний матеріал для виробництва чіпів. Це напівпровідник, що, будучи присадженим добавками на спеціальній масці, стає транзистором, основним будівельним блоком цифрових схем. Процес має на увазі витравлювання транзисторів, резисторів, доріжок, що перетинаються, і так далі на поверхні кремнію.

Спершу вирашується кремнієва болванка. Вона повинна мати бездефектну кристалічну структуру, цей аспект накладає обмеження на її розмір. Колись болванка обмежувалася діаметром у 2 дюйми, а зараз – 8 дюймів. На наступній стадії болванка розрізається на шари, що називаються пластинами (wafers). Вони поліруються до бездоганної дзеркальної поверхні. На цій пластині й створюється чіп. Зазвичай з однієї пластини робиться багато процесорів.

Електрична схема складається з різних матеріалів. Наприклад, діоксид кремнію – це ізолятор, із полісилікону виготовляються провідні

доріжки. Коли з'являється відкрита пластина, вона бомбардується іонами для створення транзисторів – це й називається присадкою.

Щоб створити всі необхідні деталі, на всю поверхню пластини додаються шари і зайві частини витравлюються знову. Для цього новий шар вкривається фоторезистором, на який проектується образ необхідних деталей. Після експозиції проявлення видаляє частини фоторезистора, виставлені на світло, залишаючи маску, через яку проходило витравлювання. Фоторезистор, що залишився, видаляється розчинником.

Цей процес повторюється, шар за шаром, До повного створення всієї схеми. Зайвим є говорити, що деталі завбільшки у мільйонну частку метра може зіпсувати дрібна порохина. Така порохинка може бути всюди, завбільшки від мікрона до ста, а це в 3–300 разів більше, ніж деталь. Мікропроцесори виробляються в надчистому середовищі, де оператори одягнені в спеціальні захисні костюми.

Колись виробництво напівпровідників гарантувало задовільну якість менше 50 % працюючих чіпів. Сьогодні вихідний результат набагато вищий,але ніхто не очікує 100 %. Як тільки новий шар додається, на пластину, кожен чіп тестується й відзначається будь-яка невідповідність. Індивідуальні чіпи відокремлюються і з цього моменту звуться матрицями. Погані бракуються, а гарні упаковуються в PGA (Pin Grid Arrays)-корпус — керамічний прямокутник із рядами штирків на дні; саме такий корпус більшість людей приймають за процесор.

Intel 4004 використовував 10-мікронний процес: найменші деталі складали одну 10-мільйонну метра. За сьогоднішніми стандартами це неймовірно. Якщо припустити, що Pentium II виготовлений за такою технологією, він був би за Розміром 14×20 см і був би повільним — швидкі транзистори малі. Більшість процесорів сьогодні використовують 0,13- мікронну технологію, а на підході вже 1 “.09-мікронний процес.

3.4 Архітектурна організація процесора ЕОМ

Процесор займає в архітектурі ЕОМ центральне місце, здійснюючи управління взаємодією всіх основних компонент, що входять до складу ЕОМ. Він безпосередньо здійснює обробку інформації, і програмне управління даним процесом, дешифрує і виконує команди програм, організує звернення до оперативної пам'яті (ОП), в потрібних

випадках ініціює операції введення/виведення і роботу зовнішніх пристроїв ЗП, сприймає і обробляє запити, що поступають як від внутрішніх пристроїв ЕОМ, так і із зовнішнього середовища (організація системи переривань). Виконання кожної команди складається з виконання дрібніших операцій - мікрокоманд, що виконують певні елементарні дії. Набір мікрокоманд визначається системою команд і логічною структурою конкретної ЕОМ. Таким чином, кожна команда ЕОМ реалізується відповідною мікропрограмою, що зберігається в постійному пристрої, що запам'ятовує (ПЗП). У деяких ЕОМ (в першу чергу, спеціалізованих) всі або частина команд реалізуються апаратно, що дозволяє підвищувати їх продуктивність за рахунок втрати певної частини гнучкості системи команд машини. Як один, так і другий спосіб реалізації команд ЕОМ має свої плюси і мінуси.

Мова програмування мікропроцесора призначена для опису цифрових пристроїв на рівні регістрів. Вона має прості наочні засоби опису машинних слів, регістрів, шин та інших базових елементів ЕОМ. З урахуванням вищевикладеного, ієрархію мов для опису обчислювальних процесів в ЕОМ можна поділити на чотири рівня: (1) булеві операції (функціонування комбінаційних схем) => (2) мікрокоманда (функціонування вузлів ЕОМ) => (3) команда (функціонування ЕОМ) => (4) оператор мови високого рівня (опис алгоритму задачі, яка вирішується). Для встановлення часового співвідношення між виконанням мікрокоманд визначається одиниця часу (такт), впродовж якої виконується найдовша мікрокоманда. Такти генеруються спеціальним пристроєм – генератором тактової частоти. Тактова частота вимірюється в МГц та в значній мірі визначає швидкість ЕОМ. Для класів машин, вищих за мікро-ЕОМ, швидкість разом з тактовою частотою визначають такі фактори, як:

- ширина доступу в пам'ять;
- час вибірки;
- розрядність;
- архітектура процесора і його співпроцесорів.

Укрупнена схема центрального процесора (ЦП) деякої формальної ЕОМ представлена на малюнку, де зображені тільки основні його блоки: управляючі регістри (УР), пристрій управління (ПУ), ПЗП, арифметико-логічний пристрій (АЛП), регістрова пам'ять (РП), кеш-пам'ять і інтерфейсний блок (ІБ). Разом з перерахованими вище ЦП містить ряд

інших блоків (переривання, захисту ОП, контролю і діагностики та ін.), структура і призначення яких тут не розглядаються.

Блок ПУ виробляє послідовність сигналів, що управляють, ініціює виконання відповідної послідовності мікрокоманд (що знаходяться в ПЗП), що реалізує поточну команду. Разом з цим ПУ координує функціонування всіх пристроїв ЕОМ за допомогою посилки сигналів, що управляють: обмін даними між ЦП і ОП, зберігання і обробка інформації, інтерфейс з користувачем, тестування і діагностика та ін. Тому ПУ доцільно розглядати як окремий блок ЦП. Проте на практиці більшість схем, що управляють, розподілені по всій ЕОМ. Вони зв'язані великим числом ліній, що управляють, по цих лініях передаються сигнали для синхронізації операції у всіх пристроях ЕОМ і тих, що приймають сигнали про їх стан.

Блок управляючих регістрів УР призначений для тимчасового зберігання інформації, яка необхідна для керування роботою ЕОМ, і містить регістри і лічильники, що беруть участь спільно з ПУ в управлінні обчислювальним процесом: регістр стану РС, регістр команд (РК), лічильник команд ЛК.

Лічильником команд (ЛК) є регістр, що зберігає адресу в ОП виконуваної команди: в період виконання поточної команди його вміст оновлюється на адресу наступної команди. Регістр команд (РК) містить виконувану команду (його виходи пов'язані з схемами, що управляють, генерують розподілені в часі сигнали, необхідні для виконання команд). Регістр стану (РС) має побітну організацію – кожний біт береже відповідну ознаку отриманого результату АЛУ.

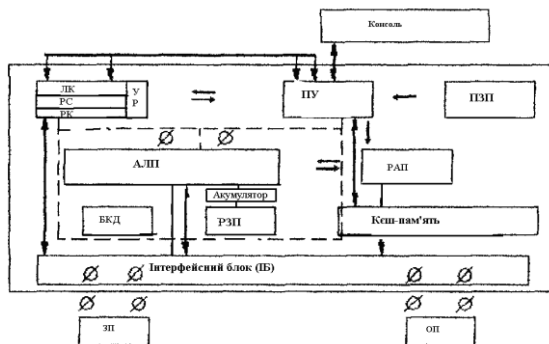


Рисунок 8 – Укрупнена схема центрального процесора

Скорочення: ЛК- лічильник команд; РС – регістр стану; РК – регістр команд; УР – управляючі регістри; ПУ- пристрій управління; ПЗП – постійний запам'ятовуючий пристрій; АЛП – арифметико-логічний пристрій; РАП – регістр адреси пам'яті; БКД – блок контролю та діагностики; РЗП – регістри загального призначення; ЗП – зовнішній пристрій; ОП – оперативна пам'ять.

Блок регістрів загального призначення РЗП містить регістри надоперативної пам'яті (із швидкодією, більшою ніж ОП) невеликого об'єму, що дозволяють підвищити швидкодію і продуктивність ЦП. Ці регістри використовуються в командах мікропроцесора для скороченої регістрової адресації (указуються тільки номери регістрів) і служать для зберігання операндів, результатів операцій, як базові і індексні регістри, покажчики стека та ін. У деяких ЦП базові та індексні регістри входять до складу блоку УР, як правило, РК виконується у вигляді швидкодіючих напівпровідникових інтегральних пристроїв, що запам'ятовують.

Блок АЛП служить для виконання арифметичних і логічних операцій над даними, що поступають з ОП і що зберігаються в РЗП, і працює під управлінням ПУ. АЛП виконує арифметичні операції над бінарними числами з фіксованою і плаваючою крапками, над десятковими числами, проводить обробку символічної інформації над словами фіксованої і змінної довжини. Логічні операції проводяться над окремими бітами, групами бітів, байтами і їх послідовностями. Тип операції, яку виконує АЛП, визначається поточною командою програми, що функціонує в даний момент, точніше, АЛП служить для виконання будь-якої операції, яку завдає йому ПУ. У загальному випадку інформація, яку обробляє ЕОМ, складається із слів, що містять фіксоване число n бітів

(наприклад $n = 8, 16, 32, 64, 128$ біт). В цьому випадку АЛП повинен мати можливість проводити операції над n -бітними словами, операнди поступають з ОП на регістри ЦП, а ПУ указує операцію, яку необхідно над ними провести, результат кожної арифметико-логічної операції зберігається в спеціальному регістрі - акумуляторі.

Акумулятор є головним регістром ЦП і входить до блоку РЗП. В акумуляторі завжди зберігається результат останньої операції, яку виконав АЛП. Через акумулятор здійснюється обмін даними ЗП та ЦП.

Конструктивно АЛП виконується на одному або декількох ВІС/НВІС, при цьому ЦП може мати один АЛП універсального призначення або декілька спеціалізованих для окремих видів операції. У останньому випадку збільшується структурна складність ЦП, але підвищується його швидкодія за рахунок спеціалізації і спрощення схем обчислення окремих операцій. Такий підхід широко використовується в сучасних ЕОМ загального призначення і супер-ЕОМ для підвищення їх продуктивності. Не дивлячись на різні класи ЕОМ, їх АЛП використовують загальні принципи виконання арифметико-логічних операцій. Відмінності стосуються вирішень схемотехнічних задач щодо організації АЛП і принципів реалізації операції, що забезпечують прискорення їх виконання.

Інтерфейсний блок (ІБ) забезпечує обмін інформацією між ЦП та ОП і захист ділянок ОП від несанкціонованого для поточної програми доступу, а також зв'язок ЦП з зовнішніми пристроями ЗП і іншими зовнішніми по відношенню до ЦП пристроями, в якості яких можуть виступати інші процесори і ЕОМ. Зокрема, ІБ містить два регістри, що забезпечують зв'язок з ОП, - регістр адреси пам'яті (РАП) і регістр даних пам'яті (РДП). Перший регістр використовується для зберігання адреси комірки ОП, з якою проводиться обмін даними, а другий містить власне дані обміну. Блок контролю і діагностики (БКД) призначений для виявлення збоїв і відмов вузлів ЦП, відновлення роботи поточної програми після збоїв і локалізації несправностей при відмовах.

З урахуванням сказаного представимо загальну схему виконання програми процесором. Виконання програми, що знаходиться в ОП, починається з того, що в ЛК засилається адреса першої її команди, вміст ЛК пересилається в РАП і в ОП посилається сигнал управління прочитуванням. Слово (в даному випадку перша команда програми), що через деякий час (відповідно часу доступу до ОП) адресується,

витагується з ОП і завантажується в РДП, потім вміст РДП пересилається в РК. На цій стадії команда готова для декодування її в ПУ і виконання. Якщо команда містить операцію, яка повинна бути виконана АЛП, то необхідно отримати необхідні операнди. Якщо операнд знаходиться в ОП (а він може бути також в УР), його необхідно вибрати з пам'яті. Для цього в РАП пересилається адреса операнда і починається цикл читання Операнд, вибраний з пам'яті в РДП, може бути переданий в АЛП. Вибравши таким чином один або декілька операндів, АЛП може виконати необхідну операцію, зберігши її результат в одному з РЗП. Якщо результат операції необхідно запам'ятати в ОП, він повинен бути посланий в РДП. Адреса комірки пам'яті, в яку необхідно помістити результат, пересилається в РАП і починається цикл запису. Тим часом вміст ЛК збільшується, указуючи наступну команду, яка повинна виконуватися. Таким чином, як тільки завершиться виконання поточної команди, може відразу ж початися вибірка на виконання наступної команди програми.

Крім передачі даних між ОП і ЦП необхідно забезпечити обмін даними з ВП, які здійснюють машинні команди, що забезпечують процедури введення/виведення.

Природний порядок виконання програм може порушуватися під час отримання сигналу переривання. Переривання є вимогою на обслуговування, яке здійснюється ЦП, що виконує відповідну програму обробки переривання. Оскільки переривання і його обробка можуть змінити внутрішній стан ЦП, то воно зберігається в ОП перед початком роботи програми. Збереження стану досягається пересилкою вмісту УР і деякої інформації, необхідної для управління роботою ЦП, в ОП. Після завершення програми обробки переривання стан ЦП відновлюється, дозволяючи продовжити виконання перерваної програми.

3.5 Поняття про стан процесора (програми). Вектор (слово) стану

При виконанні процесором програми після кожного робочого такту, а тим більше в результаті завершення виконання чергової команди, змінюється вміст регістрів, лічильників, стан окремих тригерів. Можна говорити, що змінюється стан процесора, або, вживаючи іншу термінологію, *стан програми*.

Поняття *стану процесора (стану програми)* займає важливе місце в організації обчислювального процесу в ЕОМ.

Інформація про стан процесора (програми) є основою багатьох процедур управління обчислювальним процесом, наприклад, при аналізі ситуацій при відмовах і збоях, при відновленні виконання програми після переривання, для фіксації стану процесора (програми) у момент переходу в мультипрограмному режимі від обробки даної програми до іншої і тому подібне.

Станом процесора (програми) після даного такту або після виконання даної команди, строго кажучи, слід вважати сукупність станів у відповідний момент часу всіх елементів пристрою, які запам'ятовують, тригерів, регістрів, елементів пам'яті.

Проте не вся ця інформація зникає або спотворюється при переході до чергової команди або іншої програми. Тому зі всього різноманіття інформації про стан процесора (програми) відбираються найбільш істотні її елементи, як правило, ті, що змінюються при переході до іншої команди або програми.

Сукупність значень цих інформаційних елементів отримала назву *вектора стану* або слова стану процесора (програми).



Рисунок 9 – Вектор стану 8-розрядного мікропроцесора K580 (чотири 8-розрядних слова)

Вектор стану в кожний момент часу зберігає інформацію, достатню для продовження програми або перезапуску програми з моменту формування даного вектора стану. Інша інформація, яка також

характеризує стан процесора (наприклад, вміст регістрів), може бути відновлена програмним шляхом по копії, яка зберігається в пам'яті.

Вектор стану формується у відповідному регістрі (регістрах) процесора, зазначаючи зміни після виконання кожної команди.

Набори інформаційних елементів, із яких складаються вектори стану, відрізняються у ЕОМ різних типів. Найпростіше він виглядає у мікропроцесорів. Наприклад, вектор стану мікропроцесора K580, як це показано на рис.7, включає вміст 16-розрядного лічильника команд (адреса чергової команди), вміст 8-розрядного регістра ознак, і вміст 8-розрядного акумулятора АЛП. Сучасні ЕОМ мають складніші структури вектора стану.

Використання слова (вектора) стану — поширений прийом побудови управління пристроями обчислювальної техніки. У багатьох пристроях ЕОМ для організації їх функціонування формуються свої, специфічні слова стану (або байти *стану*), що фіксують у вигляді деякого коду стан пристрою, наприклад готовність його до виконання операції, що задається, успішне або неуспішне завершення операції і так далі.

3.6 Історія процесорів Intel

Архітектура Intel Architecture стала стандартом «де-факто» сучасної комп'ютерної індустрії після того, як у 1981 р. компанія ІВМ вибрала для свого першого персонального комп'ютера ІВМ РС процесор Intel 8088. Основними факторами такої популярності Intel вважає повну сумісність програмного забезпечення, розробленого під Intel Architecture процесори, і більш серйозне збільшення продуктивності.

Родоначальниками процесорної архітектури Intel Architecture були 16- розрядні процесори 8088 і 8086, причому об'єктний код, розроблений у розрахунку на них у 1978 р., і понині без проблем виконується на останніх процесорах 32-розрядної архітектури ІА-32. Процесор 8086 мав 16-розрядні регістри загального призначення, 16-розрядну шину даних і 20-розрядну шину адреси, що дозволяло йому оперувати адресним простором у 1 МБ. Відмінність процесора 8088 полягала у 8-розрядній шині даних.

Ці процесори привнесли сегментацію в архітектуру ІА-32. Пам'ять розділялася на сегменти завбільшки до 64 КБ. Оперуючи чотирма

сегментними регістрами одночасно, процесор мав можливість адресації до 256 кілобайт пам'яті без переключення між сегментами. При цьому 20-розрядні адреси отримувалися шляхом додавання 16-розрядної адреси до покажчика сегментного регістра.

Процесор 80286 привніс в архітектуру IA-32 захищений режим. У ньому вміст сегментних регістрів використовується як покажчики на таблиці дескрипторів, які давали можливість 24-розрядної адресації, що складало 16 МБ адресного простору. До того ж з'явилася можливість перевірки границь сегментів, опцій read і execute-only для сегментів і 4 рівні захисту коду операційної системи від застосування і захист застосування один від одного.

Intel 80386 став першим 32-розрядним процесором в архітектурі IA-32. В архітектуру введені 32-розрядні регістри загального призначення (GP – general purpose), що підходять як для зберігання адрес, так і для операндів. Нижня й верхня половина зберегли можливість працювати як самостійні регістри для забезпечення сумісності з попередніми процесорами. Для забезпечення ефективного виконання коду, створеного під ранні процесори, на 32-розрядних процесорах був уведений віртуальний x86-режим.

Маючи 32-розрядну шину адреси, 80386 процесор підтримував адресацію до 4 ГБ пам'яті. При цьому була можливість використання як сегментованої пам'яті, так і «плоскої», при якій усі сегментні регістри містили покажчик на ту саму адресу, і в кожному сегменті доступним є весь 4-гігабайтний адресний простір. Для віртуального управління пам'яттю вводиться сторінковий метод, при якому адресний простір ділиться на фіксовані сторінки завбільшки по 4 кілобайти, ефективність якого значно перевищувала використання сегментів» 16-розрядні інструкції, що дісталися в спадщину від попередніх процесорів одержали можливість працювати з 32- розрядними операндами й адресами, також був доданий ряд нових 32- розрядних інструкцій.

В архітектурі процесорів Intel підтримується зворотна сумісність з об'єктним кодом для зберігання сумісності програмного забезпечення, але одночасно в кожному новому поколінні використовуються чимраз ефективніші мікропроцесорні архітектури й технології конструювання. Intel працювала над упровадженням і з'єднанням складної техніки архітектури mainframe у мікропроцесорну архітектуру. Чимало моделей паралельної обробки набагато посилювали продуктивність техніки, і

процесор 80386 був першим процесором IA, у який включили шість рівнобіжних стадій. Це інтерфейсний блок шини (доступ до пам'яті й пристрою введення/виведення інших блоків), блок попереднього коду (одержує об'єктний код із блоку шини і поміщає його в 16-байт-ну чергу), блок декодування інструкції (декодує об'єктний код з попереднього блоку в мікрокод), блок Виконання (виконує інструкції мікрокоду), сегментний блок (переводить логічні адреси в лінійні адреси і виконує перевірку захисту), і сторінковий блок (переводить лінійні адреси у фізичні, виконує перевірку сторінкового захисту і містить кеш з інформацією про 32 найчастіше використовувані сторінки).

У процесорі i486 додана можливість паралельного виконання за допомогою розширення блоку декодування інструкції й блоку Виконання процесора 80386 у п'ять конвеєрних стадій, де кожна стадія (якщо потрібно) працює паралельно з іншими й одночасно може виконуватися до п'яти інструкцій у різних стадіях. Кожна стадія може виконати свою роботу над однією інструкцією за один такт, тобто процесор i486 може виконати роботу над однією інструкцією за один такт CPU. Також до процесора i486 був доданий 8-кіло-байтний кеш L1 для збільшення відсотка інструкцій, що можуть бути виконані за один такт: інструкції доступу в пам'ять (якщо операнд знаходився в кеші L1). У процесорі i486 уперше на чіп з CPU був інтегрований блок арифметичного пристрою з плаваючою комою (FPU) і додані нові контакти, біти й інструкції для підтримки більш складних і потужних систем (підтримку ІЛ-кеша й мультипроцесорності).

Пізніше Intel додала в процесор i486 SL Enhanced (розширений) функції підтримки енергозберігання й інші можливості системного управління. Ці функції були розвинуті в процесорах 80386 SL і i486 SL, які були спеціалізовані для швидко зростаючого ринку ноутбуків PC, що працюють від батареї. Ці функції включали новий режим управління системою, який запускається власним виділеним контактом переривання, що дозволяє керувати системою (такою як керування енергозберіганням) і додається до системи прозора для інших операційних систем і всіх програм. Функції стоп таймер і автоматична зупинка дозволяють CPU працювати на зниженій частоті (для зберігання енергії) або зупинитися (зі зберіганням поточного стану).

Процесор Pentium став першим процесором, у якому була застосована супер-скалярна архітектура – два конвеєри, які називалися U і

V, дозволяли виконувати 2 інструкції за такт. Кількість L1-кеша подвоїлася — тепер на команди і дані припадало по 8 КБ, причому кеш даних використовував ефективнішу схему зі зворотним записом. Для ефективного передбачення переходів у циклічних конструкціях застосовувалася вбудована таблиця розгалужень.

У віртуальному x86-режимі на додаток до 4-кілобайтних сторінок з'явилася підтримка 4-мегабайтних сторінок. Регістри залишилися 32-розрядними, але деякі внутрішні шини розширилися до 64 і навіть 128 розрядів. Також 64-розрядною стала зовнішня шина даних.

Останній процесор цього покоління, Pentium MMX привніс в архітектуру розширений набір команд, що дозволяв ефективно оперувати упакованими цілочисловими даними, які знаходяться в 64-розрядних MMX-регістрах.

У 1995 р. було представлено сімейство, процесорів P6, що мало вже 3 незалежні конвеєри. Першим процесором цього сімейства був процесор Pentium Pro.

Принципова відмінність цього сімейства полягає в тому, що P6 перетворює команди x86 у внутрішні, RISC-подібні команди, їх називають мікрокомандами (micro-ops). Це дозволяє усунути багато обмежень, властивих набору команд x86: нерегулярність кодування команд, операції цілочислових пересилань типу «регістр—пам'ять» і змінна довжина безпосередніх операндів.

Шина адреси процесорів P6 розширилася до 36 розрядів, що дозволяє використовувати адресний простір обсягом до 64 ГБ.

У процесор Pentium II до архітектури процесора Pentium Pro додані команди MMX. Для процесора Pentium II вводиться нова специфікація установки в материнську плату слота 1 і слота 2. У цій новій специфікації кеш L2 виноситься з кристала. Для слота 1 і слота 2 використовується ножове з'єднання замість сокета. У процесорі Pentium II збільшений кеш даних L1 і кеш інструкцій L1 до 16 КБ кожний. У процесорі Pentium II розмір кеша L2 може бути 256 КБ, 512 КБ і 1 МБ або 2 МБ (тільки для слота 2). Процесори слота 1 використовують «половинну тактову частоту» шини, а процесори слота 2 використовують «повну тактову частоту» шини.

Процесор Pentium, випущений у 1999 р., привніс в архітектуру IA-32 розширення SSE (Streaming SIMD (Single Instruction Multiple Data)

Extensions), стали доступні нові 128-розрядні регістри і SIMD-операції над упакованими операндами з плаваючою комою з одинарною точністю.

3.7 Архітектура типу Intel

Описана лінія розвитку 16-і 32-розрядних була, звичайно, далеко не єдиною, але ми детально зупинимося саме на ній через найбільшу поширеність.

Перші моделі ЕОМ типа IBM PC будувалися на основі центрального процесора 8088 фірми Intel. Цей мікропроцесор представляв з себе «усічену» модифікацію 16-розрядного мікропроцесора 8086 тієї ж фірми. Внутрішня структура і набір команд цих мікропроцесорів співпадали, але процесор 8086 мав 16-розрядну зовнішню шину даних, а 8088 – 8-розрядну.

Для підвищення швидкості обчислень обидва процесори доповнювалися математичним співпроцесором 8087. Процесор і співпроцесор працювали паралельно, при цьому співпроцесор брав на себе виконання арифметичних операцій над десятковими і цілим числами, а також над числами з плаваючою крапкою.

У базових моделях ЕОМ на основі процесора 8088 використовувалася тактова частота 4,77 МГц. В більш пізніх моделях застосовувалися мікропроцесори 80186 (замість 8086) і 80188 (відповідно замість 8088), які відрізнялись більш високою швидкодією (6 або 8 МГц) і деякими удосконаленнями.

Наступні ЕОМ серії IBM PC/AT будувалися на основі центрального процесора 80286 і співпроцесора 80287, на яких має сенс зупинитися детальніше.

Процесор 80286 мав більш високу швидкодію (12, 16, 20 МГц) і більш досконалу архітектуру. Логічно він складався з чотирьох блоків:

- блоку управління шиною, що містить формувачі шинних сигналів (адреса, дані і управління) і схеми попередньої вибірки команд і черги команд;

- блоку адрес, що включає схеми формування виконавчої адреси;

- блоку команд, що складається з дешифратора команд і черги розшифрованих команд;

- виконавчого блоку, до складу якого входять робочі реєстри, АЛП і блок мікропрограмного управління.

Взаємодія цих блоків забезпечує чотирирівневий конвеєр: звернення до пам'яті, формування адрес, дешифрація команд і виконання команд, які можуть поєднуватися в часі.

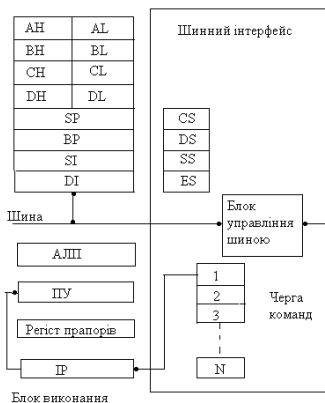


Рисунок 10 – Взаємодія логічних пристроїв процесора

Як показано на рис. 10, процесор ділиться на 2 логічних блока: блок виконання (УИ) і шинний інтерфейс (ШИ). УИ відповідально за виконання інструкцій, а ШИ – за доставку УИ даних і інструкцій для обробки. УИ містить АЛУ, УУ і реєстри.

Реєстрами в схемотехніці називають електронні прилади, в що можна записати інформацію, зберегти її і, при необхідності, прочитати. При цьому реєстри, як правило, забезпечують більш швидкий доступ до інформації, ніж доступ до вмісту осередків пам'яті ОЗП. Ця обставина і є причиною оснащення центрального процесора ЕОМ власною пам'яттю, причому в більш пізніх розробках мікропроцесорів власна пам'ять процесорів тільки збільшується. Intel 8086 має 14 реєстрів:

- універсальні AX, BX, CX, DX;
- сегментні реєстри CS, DS, SS, ES;
- реєстри зміщення IP, SP, BP, SI, DI;
- реєстр прапорів (реєстр стану) FL.

Основна функція ШИ – управління шиною, сегментними реєстрами і чергою виконання. ШИ управляє шинами, що передають дані

в УИ, пам'яттю і зовнішніми приладами введення/висновку. Сегментне регістри управляють адресацій пам'яті.

Ще одна функція ШИ – надавати доступ до інструкцій (командам програми). Оскільки інструкції виконуваної програми знаходяться в пам'яті, ШИ повинен отримати до них доступ і помістити в чергу виконання, розмір якої міняється в залежності від типу процесора і визначається розміром кеша команд. Це дозволяє ШИ завбачувати і завантажувати необхідні інструкції заздалегідь, так що в черзі завжди є інструкції, готові до виконання.

УИ і ШИ працюють паралельно, і ШИ завжди на 1 крок випереджає УИ. УИ повідомляє ШИ, коли йому необхідно доступ до даних в пам'яті або до приладів введення/висновку. УИ також запрошує інструкції для виконання з черги в ШИ. Сама верхня інструкція – виконувана в даний момент, а доки УИ виконанням даної інструкції, ШИ витягає наступну інструкцію з пам'яті. Виконання інструкцій і їхнє отримання з пам'яті перекриваються по часу, за рахунок чого росте швидкодія процесора. (Помітимо, що програмісти не мають доступу до описаних вище елементів процесора).

3.8 Процесори IA-32 та IA-64

IA-32 (скорочення від «Intel Architecture, 32-bit»), інколи також відомий як i386 – 32-бітний варіант набору процесорних інструкцій x86, спроектований компанією Intel і вперше реалізований у вигляді мікропроцесора Intel 80386 1985 року. IA-32 є першою «інкарнацією» x86, що підтримує «чисте» 32-розрядне програмування, як результат, термін «IA-32» може застосовуватися до всіх версій x86, що підтримують 32-розрядні обчислення.

У опціях багатьох компіляторів мов програмування IA-32 досі інколи позначається як «архітектура i386». У деяких інших контекстах для IA-32 використовуються синоніми i486, i586 або i686 щодо надмножин, реалізованих у відповідних мікроархітектурах (486, P5, P6), що мають доповнення до базової 32-розрядної архітектури IA-32 (такі, як підтримка рухомої коми або MMX).

Історично фірма Intel була найбільшим виробником процесорів IA-32; другим за обсягом виробництва була AMD. У 1990-х роках такі

процесори виробляли також VIA Technologies, Transmeta, Centaur та деякі інші фірми. У 21-му столітті Intel деякий час продовжувала виробництво процесорів IA-32 у рамках мікроконтролерної платформи Intel Quark. Втім, у 2010-х роках більшість виробників (включно з Intel) перейшли до виробництва майже винятково процесорів 64-розрядної архітектури x86-64.

Основною визначною характеристикою архітектури IA-32 є наявність 32-розрядних реєстрів загального призначення (таких, як EAX або EBX), 32-розрядні арифметичні та логічні операції 32-розрядні зміщення у сегменті (у захищеному або «нереальному» режимі роботи процесора), а також трансляція сегментованих адрес у 32-розрядні лінійні адреси.

Проектувальники i386, користуючись нагодою, імплементували також і інші корисні нововведення, зокрема:

- узагальнені режими адресування: будь-який реєстр загального призначення може використовуватися як базовий, і будь-який крім ESP може бути індексним реєстром при зверненні до пам'яті. Значення індексного реєстру можна помножити на 1, 2, 4 або 8 перед додаванням до базового реєстра (і, опційно, зміщення (англ. displacement));

- додаткові сегментні реєстри (FS і GS);

- збільшений адресний простір для віртуальних адрес (48 біт, що отримуються складанням 16-розрядного номера сегмента з 32-розрядним зміщенням). Після обчислення сегментної адреси вона відображується на 32-розрядну лінійну;

- механізм підкачування сторінок з 32-розрядними або 36-розрядними (у пізніших процесорах) фізичними адресами пам'яті.

Ці процесори спроектовані для високоефективної роботи в різних завданнях, включаючи ігри, редагування відео, програмування та інші завдання. Їх підтримка архітектури IA-32 забезпечує сумісність з великою кількістю програмного забезпечення, розробленого для попередніх поколінь процесорів.

Як працюють процесори IA-32?

Повна обробка кожної інструкції займає певну кількість тактів процесора. При цьому можна розділити процес обробки на етапи, що дозволить почати виконання наступної команди відразу після того, як попередня команда пройде перший етап — це, власне, і є принцип

конвеєрної обробки (pipelining), застосований ще з часів процесорів i486 і Pentium, у яких використовувався стандартний 5-ступінчастий конвеєр. Суперконвеєризація (superpipelining), застосована в сімействі P6, поділяє ступені стандартного конвеєра на дрібніші частини. Зі збільшенням числа ступенів кожний окремих ступінь виконує меншу роботу і, таким чином, містить менше апаратної логіки. Часовий інтервал між надходженням набору вхідних впливів на входи схеми й появою результуючих сигналів на її виходах (затримка поширення (propagation delay)) у результаті стає істотно меншим.

Завдяки більш коротким затримкам поширення сигналу в кожному окремо взятому ступені конвеєра стає можливим підвищення тактової частоти.

Аналогічний ефект зменшення затримок поширення сигналу досягається за допомогою переходу на тонший технологічний процес, наприклад, з 0,18 мікрон на 0,13. Очевидний шлях підвищення продуктивності – збільшення числа ступенів конвеєра й підвищення частоти процесора. Але суперконвеєрна архітектура має серйозний недолік. При виконанні неправильно передбачених переходів і операцій необхідне повне очищення конвеєра, що займає тим більше часу, чим більше ступенів нараховує конвеєр, причому зниження продуктивності в деяких випадках виходить просто обтяжуючим.

Розглянемо роботу конвеєра процесора P6, що складається з 12 ступенів. Конвеєр можна розділити на три самостійні функціональні блоки – вхідний блок упорядкованої обробки (in-order front end), відповідальний за декодування й обробку команд, ядро виконання зі зміною послідовності (out-of-order core), де, власне, і відбувається виконання команд, і конвеєр упорядкованого виведення команд із послідовності (in-order retirement).

Блок вибірки команди (instruction fetch unit) зчитує потік інструкцій з L1- кеша команд порціями по 32 байти за такт. Для пошуку початку команди використовується поточний покажчик команди (IP-instruction pointer), а потім команди передаються на три дешифратори. Перш ніж перейти до розгляду роботи дешифраторів, розглянемо механізм передбачення переходів.

Покажчик команди розраховується блоком вибірки команди на підставі інформації, отриманої від буфера адреси переходу (BTB — branch target buffer), і заснованої на бітах передісторії розгалужень, що генеруються блоком цілочислових обчислень, призначеним для обробки

мікрокоманд переходів (Integer Unit). Передбачення переходів (розгалужень) покликано звести до мінімуму холосту роботу конвеєра і забезпечити його безперервним потоком команд. Узагалі, в середньому до 10 відсотків коду програми складають безумовні переходи, що передають управління за новою зазначеною адресою, і від 10 до 20 відсотків – умовні переходи, що змінюють або не змінюють хід виконання програми в залежності від результату порівняння або виконання якої-небудь іншої умови. У випадку, якщо умовний перехід не виконується, програма просто продовжує виконання наступної команди.

Безумовні переходи проблем не викликають, процесор точно знає, що вони будуть виконані, і тому просто починає вибірку команд за зазначеною адресою. Команди умовних переходів становлять певні труднощі, тому що процесор не знає, чи буде виконаний перехід доти, поки команда не пройде виконавчий ступінь конвеєра. Однак очікування, поки команда розгалуження покине виконавчий, ступінь, означає тимчасову відмову від можливості вибірки й обробки подальших команд. Для передбачення переходів процесор використовує розширений алгоритм Yeh'a, що дозволяє з великою вірогідністю спрогнозувати, чи буде виконуватися перехід. Якщо передбачення виявиться правильним, то виконання продовжиться з малою затримкою або зовсім без затримки. Якщо ж припущення помилкове, то частково виконані команди доведеться видаляти з конвеєра, а нові команди вибирати з області пам'яті з правильною адресою, декодувати й виконувати їх. Це спричинить за собою істотне зниження продуктивності, що прямо залежить від глибини конвеєра — для архітектури P6 у випадку помилкового передбачення переходу втрати складуть від 4 до 15 тактів.

Алгоритм передбачення розгалужень є динамічним дворівневим і ґрунтується на поводженні команд переходу за попередній період часу (оскільки той самий перехід часто виконується більш ніж один раз, наприклад у циклі), а також на поводженні конкретних груп команд, для яких із великою ймовірністю можна передбачити конкретний перехід. Точність передбачення цього алгоритму складає приблизно 90 відсотків.

Отже, 16-байтові команди передаються в дешифратор команд (Instruction Decoder), що складається з трьох паралельних дешифраторів, два з яких — прості (Simple) і один – складний (Complex). Завдання кожного дешифратора – перетворення ІА-інструкції на одну або кілька мікрокоманд (micro-ops).

Прості дешифратори обробляють команди x86, трансльовані в єдину мікрокоманду. Складний дешифратор працює з командами, яким відповідають від однієї до чотирьох мікрокоманд. Деякі особливо складні команди неможливо безпосередньо декодувати навіть складним дешифратором, тому вони передаються в планувальник послідовності мікрокоманд (MIS microcode instruction sequencer), що генерує необхідну кількість мікрокоманд. Якщо простий дешифратор зустрічає команду, яка не піддається трансляції, то вона передається в складний дешифратор або в планувальник послідовності мікрокоманд.

У випадку, якщо складні й прості команди бездоганно вирівняні їхніми відповідними дешифраторами, то дешифратори здатні генерувати загалом шість мікрокоманд за такт, але, як правило, з усіх трьох дешифраторів за один такт видаються три мікрокоманди, що відповідають у середньому двом-трьом IA-командам, які передаються в буфер відновлення послідовності (ROB — Reorder Buffer). ROB містить 40 елементів завбільшки 254 байт кожен і може зберігати мікрокоманду, два зв'язаних із нею операнди, результат і кілька бітів стану.

Останнім етапом перед виконанням команд є відображення регістрів, здійснюване в таблиці псевдонімів регістрів (RAT — register alias table). Архітектура x86 передбачає тільки вісім 32-розрядних регістрів загального призначення, а з таким малим числом регістрів імовірність того, що дві сусідні команди будуть використовувати один регістр, відносно велика. Відображення регістрів допомагає послабити вплив таких реєстрових взаємозалежностей (register dependencies) – у разі потреби запису в той самий регістр для двох команд їх неможливо буде виконати позачергово без відображення регістрів, тому що пізніша команда не може бути оброблена до завершення більш ранньої команди.

При відображенні регістрів відбувається перетворення програмних посилань на архітектурні регістри в посилання на 40 фізичних регістрів мікрокоманд, реалізованих у буфері оновлення послідовності. Власне кажучи, процесор «розмножує клонуванням» обмежену кількість програмованих архітектурних регістрів і відслідковує, які клони містять найбільш пізні значення. Це запобігає затримкам, які у протилежному випадку з'явилися б у процесі обробки команд взаємозалежностями в результаті конфліктуючих звертань до регістрів.

Станція-резервуар виступає диспетчером і планувальником мікрокоманд, для чого безупинно сканує буфер оновлення послідовності й

вибирає команди, готові до виконання (що мають усі вихідні операнди). Результат виконання повертається назад у буфер і зберігається разом із мікрокомандою до виведення. Порядок виконання команд ґрунтується не на їхній первісній послідовності, а на факті готовності команди і її операндів до виконання, це і є *out-of-order* — виконання зі зміною послідовності.

Якщо дешифратори призупинили роботу, виконавчі блоки продовжують працювати, користуючись командами, що постачаються резервуаром, а у випадку зайнятості виконавчих пристроїв резервуар надає можливість дешифраторам працювати. Заповнюється резервуар у дуже рідкісних випадках, що приводить до припинення роботи дешифраторів.

Виконання мікрокоманд здійснюється двома цілочисловими блоками, двома блоками обчислень із плаваючою крапкою й одним блоком взаємодії з пам'яттю – таким чином, можливе виконання до п'яти мікрокоманд за такт процесора.

Два цілочислові блоки здатні виконувати дві цілочислові мікрооперації одночасно. Один із блоків розроблений спеціально для виконання операцій переходу. Він здатний виявляти помилково передбачений перехід і оповіщати буфер передбачення переходів про необхідність перезапуску конвеєра.

Блок взаємодії з пам'яттю відповідає за виконання мікрокоманд завантаження й зберігання. Завантаження вимагає тільки вказівки адреси пам'яті, тому що вже бути представлене однією мікрокомандою. Зберігання вимагає також вказівки змісту для зберігання, тому кодується двома мікрокомандами. Частина блоку, яка обробляє команди зберігання, має два порти, що дозволяє обробляти адресу і мікрокоманду даних паралельно. Також можливим є паралельне виконання операцій завантаження й зберігання в одному такті.

Для операцій із плаваючою крапкою передбачені два блоки обчислень, причому другий призначений для обробки SIMD-інструкцій.

Команди, що виконуються не в тій послідовності, яка запропонована програмою (*speculative*), доводиться, зрештою, розташувати в належній послідовності — інакше процесор не завжди зможе одержати правильні результати.

Буфер оновлення послідовності зберігає статус виконання й результати кожної мікрокоманди. Блок виведення сканує буфер оновлення

послідовності на предмет виявлення мікрокоманд, які уже не вплинуть на виконання інших мікрокоманд. Такі команди визнаються завершеними, і блок виведення вибудовує їх у первісну послідовність, зважаючи на переривання, виключення, точки зупинки і неправильні передбачення переходів.

Блок виведення здатний виводити три мікрокоманди за такт. Після того як мікрокоманда виведена, вона видаляється з буфера оновлення послідовності.

Операції запису в пам'ять відкладаються до того часу, поки мікрокоманда, що їх викликала, не буде виведена. Для цього в Р6 передбачений буфер упорядкування звертань до пам'яті (МОВ — memory order buffer), у якому за командами, що видаються блоком запису в пам'ять, зберігається інформація про дані й адреси. Буфер упорядкування звертань до пам'яті пересилає дані в пам'ять тільки після того, як буфер оновлення послідовності повідомить йому про те, що мікрокоманда, про яку зроблений запис у пам'ять, знищується.

Процесори IA-64.

У 1997 р. фірми Intel і Hewlett-Packard розробили нову мікропроцесорну архітектуру EPIC (Explicitly Parallel Instruction Computing-явного паралельного обчислення інструкцій), яку було покладено в основу 64-розрядних мікропроцесорів IA-64, McKinley, Itanium, Itanium 2.

Особливостями архітектури EPIC є:

- велика кількість реєстрів загального призначення. Так, кількість реєстрів МП IA-64 містить 128 64-розрядних реєстрів для операцій з цілими числами і 12880 - з дробовими;

- пошук залежностей між командами, причому пошук виконує не процесор, а компілятор. Команди МП IA-64 групуються компілятором у «зв'язку» завдовжки 128 розрядів. Зв'язка містить три команди і шаблон, в якому зазначені залежності між командами (тобто визначається, чи можна з командою k1 виконати паралельно команду k2 або команда k2 має виконатися лише після команди k1), а також між іншими зв'язками (чи можна з командою k3 зі зв'язки c1 виконати паралельно команду k4 зі зв'язки c2);

- масштабованість архітектури, тобто пристосування набору команд до великої кількості функціональних пристроїв. Наприклад, одна зв'язка з трьох команд відповідає наборові з трьох функціональних

пристроїв процесора. Процесори IA-64 можуть мати різну кількість таких функціональних пристроїв, залишаючись при цьому сумісними за кодом. Завдяки тому, що в шаблоні зазначена залежність і між зв'язками, процесору з N однаковими блоками з трьох функціональних пристроїв відповідатиме командне слово з $N \times 3$ команд (N зв'язок);

- предикація (Predication). Предикацією називають спосіб обробки умовних розгалужень. Команди з різних гілок умовного розгалуження позначаються предикатними полями (полями умов) і виконуються паралельно, але їхні результати не записуються, доки значення предикатних регістрів не визначені. Якщо наприкінці циклу визначається умова розгалуження, предикатний регістр, який відповідає «правильній» гілці, встановлюється у стан логічної одиниці, а другий - у стан логічного нуля. Перед записом результатів процесор перевіряє предикатне поле і записує результати лише тих команд, предикатне поле яких містить одиницю;

- завантаження за припущенням (Speculative loading). Цей механізм призначений знизити простої процесора, пов'язані з чеканням виконання команд завантаження з відносно повільної основної пам'яті. Компілятор переміщує команди завантаження даних з пам'яті так, щоб вони виконувалися якомога раніше. Отже, якщо дані з пам'яті знадобляться будь-якій команді, процесор не простоюватиме.

У процесорі Itanium використовується методика припущення. Вона полягає в тому, що інструкції і дані завантажуються в процесор (використовуючи процесор як кеш) до того, як вони можуть знадобитися, а в деяких випадках навіть якщо вони і не повинні знадобитися. Таке раннє завантаження повинне відбуватися під час простою процесора. Перевага цієї методики в тому, що при збігу завантажених даних із тими, котрі потрібні були для подальшої роботи, зникає час очікування їхнього завантаження з пам'яті. Itanium містить кілька спеціальних регістрів, що дозволяють керувати роботою процесора в реальному часі, практично не погіршуючи продуктивності власне обчислень.

Itanium має три кеші. Два кеші, L1 і L2, знаходяться на кристалі процесора. Кеш третього рівня, L3, розташований на картриджі й має обсяг 4 МБ.

Досить великий відсоток площі кристала (близько 10 %) – зайнятий модулем роботи з плаваючою крапкою (FPU). Для такої роботи в процесора є 128 82-бітних регістрів.

Що дає перехід на 64-бітний процесор? Перше — це можливість обробляти 8-байтну інформацію за такт процесора. Крім процесора, це має підтримувати системна шина. Друге — можливість використання 64 біт для адресації пам'яті. 32-бітний процесор може адресувати 2³², тобто приблизно 4,3 млрд байт. А 64-бітний — 2⁶⁴, тобто близько 18,4 квінтільйонів байт.

На жаль, ринок процесорів із архітектурою IA-64 практично зник. Intel виробляв процесори Itanium, але з часом припинив випуск нових моделей. Останнім Itanium-процесором був Itanium 9700, випущений в 2017 році. Однак, через відсутність нових моделей Itanium та загальний спад інтересу до цієї архітектури, доволі складно навести сучасні приклади IA-64 процесорів.

3.9 Внутрішня пам'ять

Внутрішня пам'ять поділяється на постійну (ПЗП) і оперативну (ОЗП). Мінімальною одиницею, що адресується пам'яті є байт. Байти в пам'яті нумеруються послідовно, починаючи з 0, і кожний байт має свій унікальний номер-адреса. Структура адресного простору пам'яті ПК на прикладі PC Intel 8086 показана в таблиці 2.

Таблиця 2 – Структура адресного простору внутрішньої пам'яті

ПК

Начало (десятичний номер кілобайта)	Адрес (шестнадцатеричный)	Объем в килобайтах	Назначение
0	00000	640	Основная оперативная память, включающая Таблицу векторов прерывания Область BIOS
640	A0000	128	Видеопам'ять (ОЗУ)
768	C0000	192	Расширенная область (ПЗУ)
960	F0000	64	Основное ПЗУ системы

Для безпосереднього використання прикладними програмами доступна більша частина основної оперативної пам'яті.

ПЗУ складається з спеціальних чипів, інформація з яких, будучи один раз записана, в подальшому тільки зчитується. В силу цієї властивості, записані в так чипах дані і інструкції не можуть бути змінені (в англійській транскрипції ПЗП називається ROM – Read Only Memory, що означає “пам'ять тільки для читання”). Розширене ПЗП включає постійну BIOS і відповідає за прилади введення/висновку, такі, як контролер (влаштування управління) вінчестеру та ін. Основне ПЗП системи забезпечує самоперевірку при включенні комп'ютера, завантаженні операційної системи з диску, малювання крапок при висновку графіки. Коли Ви включаєте комп'ютер, ПЗП управляє різноманітними перевітками і завантаженням спеціальних даних з диску в ОЗП (помітимо, що для програміста ця пам'ять недосяжна).

ОЗП доступний програмісту в якості простору для тимчасового зберігання даних і виконання програм. При включенні комп'ютера частина операційної системи завантажується з вінчестеру в оперативну пам'ять. Інша пам'ять з основного ОЗП може використовуватися програмістом. Прикладна програма знаходиться в цій частині ОЗП і виводить результати обробки на екран дисплею, принтер або прилади зовнішньої пам'яті (наприклад, НГМД або вінчестер). Після завершення однієї прикладної програми операційна система може завантажити на її місце іншу програму.

Вимкнення комп'ютера призводить до втрати даних в ОЗП, але не впливає на ПЗП. Ось чому необхідні для подальшої обробки дані необхідно зберігати в довгочасній пам'яті.

3.10 Сегментація та адресація

Процесор може звертатися до одного або більше байтів пам'яті. Під словом в процесорі розуміється двобайтовий осередок пам'яті. Для висвітлення питання про розміщення даних в ОЗП розглянемо десяткове число 1315, шістнадцятиричний еквівалент якого дорівнює 0529H. Це значення може бути поміщене в ОЗП. Воно складається із старшого байта, значення якого дорівнює 05, і молодшого байта зі значенням 29 (*значення в пам'яті відображаються у шістнадцятиричному вигляді*). Процесор зберігає дані в пам'яті у інверсному вигляді: молодший байт – по молодшій адресі, а старший – по старшому, на 1 більше попереднього.

Оскільки дампи пам'яті (відображення вмісту осередків пам'яті) представляється відладчиками (TD, DEBUG) в порядку збільшення адрес байтів, інтерпретувати значення слів або подвійних слів треба з права наліво. Наприклад, значення 0529H в пам'яті комп'ютера, починаючи з адреси 04A26H, буде зберігатися наступним чином: значення 29H в байті з адресою 04A26H, а 05 – 04A27H. Нижченаведений рисунок 11 ілюструє розміщення слова в пам'яті і в реєстрі.

При програмуванні на асемблері треба ясно представляти собі різницю між адресою осередка пам'яті і її значенням.

В розглядуваному нами прикладі осередок з адресою 04A26 зберігає значення 29, а осередок з адресою 04A27 – 05. В описах роботи і в алгоритмах обробки інформації часто адреса називається покажчиком змінної, а вміст покажчика – значенням змінної.

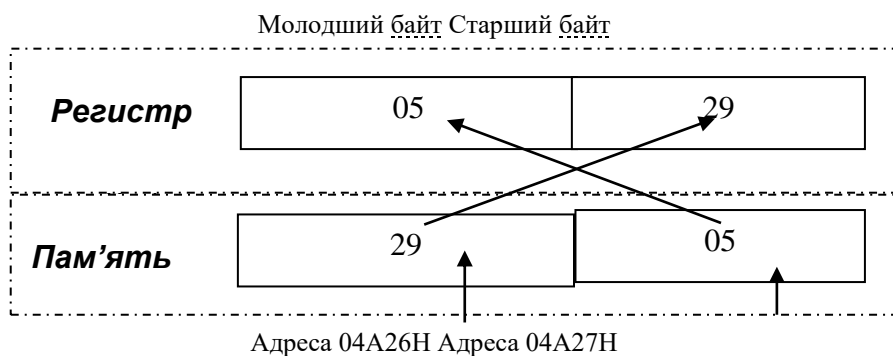


Рисунок 11– Розташування байтів слова в пам'яті комп'ютера і в реєстрі

Сегменти – це спеціальні області, що визначаються в програмі для зберігання різних функціональних частин програми: коду програми (алгоритму обробки даних), змінних програми (значень даних), робітничих осередків для тимчасового зберігання проміжних значень (в програмах така структура називається *стеком*). Максимальний розмір сегменту в реальному режимі може досягати 64К байт, але в кожній програмі сегмент займає стільки місця в ОЗП, скільки вимагається для розміщення команд програми або що обробляються програмою даних. Почало кожного сегменту (адреса, в що заноситься перша команда або перша що описується змінна) фіксується (записується) в сегментному

реєстрі. В реальному режимі використовуються 3 основні сегменти і відповідні сегментні реєстри: кодовий – CS, даних – DS, стека – SS.

Сегментний реєстр **CS** містить адресу інструкції, до якої звертається ОС для початку виконання програми. Сегментний реєстр **DS** адресує область змінних і осередків, зарезервованих для результатів обробки даних. Сегментний реєстр **SS** містить адресу спеціальної структури для тимчасового збереження даних або даних, що використовуються програмою у власних “що викликаються” підпрограмах.

З основних реєстрів, показаних на рис. 11, залишилися нерозглянутими два: лічильник команд IP і реєстр прапорів (ознак). Прапорами називають спеціальні біти, які заповнюються в результаті операцій АЛП, або встановлювані спеціальними командами:

AF – прапор допоміжного перенесення, встановлюється в 1 при перенесенні з третього розряду в четвертий або при запозиченні з четвертого розряду в третій молодшого байта 16-розрядного числа;

CF – прапор перенесення, встановлюється при перенесенні або запозиченні із старшого розряду;

FF – прапор переповнювання;

SF – прапор знаку:

0 — результат операції позитивний,

1—негативний;

PF – прапор парності: якщо рівний 1, то результат парний;

ZF —прапор нуля, встановлюється в 1, якщо результат операції 0;

DF – прапор напрямку: при записі в нього 0 рядки обробляються зліва направо, при записі 1 — навпаки;

IF – прапор дозволу переривання: якщо встановлений, то процесор реагує на зовнішні масковані запити переривання, якщо скинений — ігнорує їх;

TF – прапор покрокового режиму: якщо встановлений в 1, то після кожної команди генерується переривання.

Для повноти картини відзначимо, що процесор 80286 мав ще ряд реєстрів, які ми не розглядаємо детально. Це спеціальний реєстр, що задає положення в пам'яті таблиці векторів переривань (в 8086 вона завжди розміщувалась спочатку). Це реєстр процесора, що відповідає, зокрема, за перехід із звичного режиму в захищений. Це, нарешті, спеціальний реєстр сегменту задачі, призначений для організації багатозадачної роботи процесора в захищеному режимі.

Конструктивно процесор 80286 виконувався в квадратному корпусі, що має 68 виходів («ніжок»). Їх можна розділити на три групи: адреси, даних і управління.

Виходи адреси A23 – A0. На них процесор виставляє або адресу пам'яті, або порту введення-виведення (молодші 16 біт).

Виходи даних D15 – D0. Це двонаправлені лінії, які використовуються при читанні або запису елементів (слів або байтів) пам'яті і портів введення-виведення.

До управляючих виходів відносяться: вихід синхронізації CLK, група виходів, що кодує тип циклу шини, вихід блокування шини LOCK, вихід готовності READY, вихід скидання RESET, вхідний сигнал зайнятості BUSY, вихід помилки ERROR і багато інших.

Співпроцесор 80287 обробляє 32-, 64- і 80-розрядні числа з плаваючою крапкою, 32- і 64-розрядні числа з фіксованою крапкою і 18-розрядні двійково-десяткові числа. Як і центральний процесор 80286, він міг працювати в реальному і захищеному режимах.

32-розрядний мікропроцесор 80386 (часто використовувалася також його модифікація 80386SX з 16-розрядною шиною) з'явився принципово новим кроком в розвитку архітектури. Процесор мав розширений набір команд, що дозволяв обробляти байти, 16-і 32-розрядні слова, при цьому забезпечувалася сумісність з попередніми 16-розрядними моделями. На рівні регістрів, наприклад, це було зроблено таким чином: повні 32-розрядні регістри загального призначення і адресні регістри позначалися EAX, EBX, ECX, EDX, ESP, EBP, ESI і EDI, а їх молодші 16 біт — AX, BX, CX, DX, SP, BP, SI і DI, причому для регістрів загального призначення допускалися і звернення до двох молодших байтів — AH і AL, BH і BL, CH і CL, DH і DL. Таким чином, набір регістрів 80386 «перекривав» всі доступні регістри попередніх моделей.

Процесор 80386 мав більш високу швидкодію (до 40 МГц). 32-розрядна адресація дозволяла адресувати напряму до 4 Гбайт пам'яті. Було знято обмеження на максимальну довжину сегменту в 64 Кбайт — сегмент міг мати довжину до 4 Гбайт. Був доданий механізм сторінкової організації пам'яті: кожний сегмент поділявся на сторінки завдовжки 4 Кбайт. Організація динамічної «підкачки» сторінок з диска в оперативну пам'ять дозволяла реалізувати режим роботи з віртуальною (уявною) пам'яттю, що використовується сучасними операційними системами.

Важливою властивістю процесора 80386 була наявність режиму «віртуального процесора 8086», в якому на різних ділянках пам'яті може одночасно виконуватися декілька програм для процесора 8086, ізольованих і захищених один від одного. Для прискорення обчислень центральний процесор 80386 міг доповнюватися співпроцесором 80387.

Хоча Intel зберігає лідируюче положення на ринку процесорів, існують виробники інших фірм, що користуються певним попитом. Слід згадати фірму AMD, що випускає процесори сімейств K6-2 і K7 Athlon, з розширенням 3DNow! (альтернатива MMX). Продуктивність процесорів AMD порівнянна з аналогічними моделями Intel, але ціна звичайно дещо нижче. Цікаво, що саме фірма AMD першою оголосила про випуск процесора сімейства K7 з частотою 1000 МГц (1 ГГц), і місткістю кеш-пам'яті другого рівня до 8 Мбайт. Процесор проводиться за технологією 0,18 мкм.

Питання для самоперевірки

1. Які основні принципи архітектури процесорів INTEL?
2. Чим відрізняється поняття значення та адреси в пам'яті?
3. У чому різниця між ОЗП та ПЗП?
4. Призначення внутрішніх регістрів процесора.
5. Для чого слугує регістр прапорців?
6. Основні відмінності архітектур IA-32 та IA-64?

ГЛАВА 4 ОПЕРАТИВНА ПАМ'ЯТЬ

4.1 Оперативна пам'ять

Оперативна пам'ять – це важливий компонент комп'ютерної системи, який використовується для тимчасового зберігання даних та команд, необхідних процесору для виконання операцій. Вона відіграє ключову роль у функціонуванні комп'ютера, оскільки вона забезпечує швидкий доступ до даних, які процесор може використовувати безпосередньо.

Оперативна пам'ять передає процесору дані безпосередньо або через кеш-пам'ять. Кеш-пам'ять – це невелика область пам'яті, яка зберігає найбільш часто використовувані дані, щоб процесор міг отримати їх швидше.

Кожен осередок оперативної пам'яті має свою індивідуальну адресу. Це означає, що кожен біт інформації, збережений в оперативній пам'яті, може бути ідентифікований за його унікальною адресою.

Термін “оперативна пам'ять” часто позначає як мікросхеми, які становлять пристрої пам'яті у системі, але включає й такі поняття, як логічне відображення і розміщення. Логічне відображення - це спосіб представлення адрес пам'яті на фактично встановлених мікросхемах. Це дозволяє системі працювати з пам'яттю більш ефективно.

4.2 Найпростіша схема взаємодії оперативної пам'яті із ЦП

Оперативна пам'ять є важливим компонентом в будь-якій комп'ютерній системі. Вона використовується для тимчасового зберігання даних та команд, які процесор використовує для виконання операцій. Оперативна пам'ять може передавати дані процесору безпосередньо або через кеш-пам'ять, що дозволяє забезпечити швидкий доступ до даних.

Кожен осередок оперативної пам'яті має свою унікальну адресу, що дозволяє процесору точно визначити місце зберігання і вилучення даних. Це важливо для ефективного виконання операцій обчислення та

обробки даних. Оперативна пам'ять персональних комп'ютерів сьогодні, як і десять років тому, будується на базі відносно недорогої динамічної пам'яті – DRAM (Dynamic Random Access Memory). Цей тип пам'яті використовується через його високу швидкість і низьку вартість.

Протягом останніх десятиліть було розроблено безліч поколінь інтерфейсної логіки для оперативної пам'яті. Кожне нове покоління пам'яті практично повністю успадковує архітектуру попереднього, включаючи, зокрема, і властиві йому обмеження. Це означає, що, хоча технології продовжують розвиватися, основні принципи функціонування оперативної пам'яті залишаються незмінними.

Ядро пам'яті (за винятком удосконалення проектних норм, таких як ступінь інтеграції) і не зазнавало жодних принципових змін. Навіть “революційний” Rambus Direct RDRAM, який був представлений як значний крок вперед у технології пам'яті, нічого справжнього революційного у собі не містить і добре вписується у загальне “генеалогічне” дерево розвитку пам'яті.

4.3 Пристрій та принципи функціонування оперативної пам'яті

Ядро мікросхеми динамічної пам'яті складається з безлічі осередків, кожна з яких зберігає лише один біт інформації. Фізично комірки об'єднуються в прямокутну матрицю, горизонтальні лінійки якої називаються рядками (ROW), а вертикальні - стовпцями (Column) або сторінками (Page) (рис.12).

Лінійки є звичайними провідниками, на перетині яких знаходиться осередки - нескладний пристрій, що складається з одного транзистора і одного конденсатора.

Конденсатору відводиться роль безпосереднього зберігача інформації. Обсяг, якого складає - лише один біт. Відсутність заряду на обкладках відповідає логічному нулю, яке наявність - логічної одиниці. Транзистор грає роль "ключа" , що утримує конденсатор від розряду. У спокійному стані транзистор закритий, але варто подати на відповідний рядок матриці електричний сигнал, він відкриється, з'єднуючи обкладку конденсатора з відповідним їй стовпцем. Чутливий підсилювач (sense amp), підключений до кожного зі стовпців матриці, реагуючи на слабкий потік

електронів, що прямують через відкриті транзистори з обкладок конденсаторів, зчитує всю сторінку повністю. Саме сторінка є мінімальною порцією обміну із ядром динамічної пам'яті. Читання/запис окремого осередку неможливе! Дійсно, відкриття одного рядка призводить до відкриття всіх, підключених до неї транзисторів, а отже - розряду закріплених за цими транзисторами конденсаторів.

Читання осередку деструктивно за своєю природою, оскільки sense amp (чутливий підсилювач) розряджає конденсатор у процесі зчитування його заряду. Завдяки цьому динамічна пам'ять являє собою пам'ять разової дії. Для боротьби з втратою пам'яті вдаються до її регенерації - періодичного зчитування осередків з наступним перезаписом. Залежно від конструктивних особливостей регенератор може бути як у контролері, і у самій мікросхемі пам'яті. У сучасних модулях пам'яті регенератор найчастіше вбудовується всередину самої мікросхеми, причому перед регенерацією вміст рядка, що оновлюється, копіюється в спеціальний буфер, що запобігає блокуванню доступу до інформації.

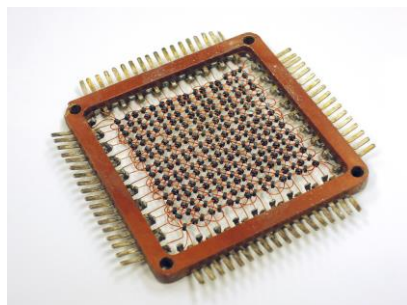


Рисунок 12 – Матриця оперативної пам'яті

4.4 Еволюція динамічної пам'яті

До середини 90-х років мікросхеми динамічної пам'яті мали істотні недоліки, такі як значні затримки передачі даних та обмежений обсяг пам'яті. З появою процесорів Intel Pentium 60 (1993 рік) та Intel 486DX4 100 (1994 рік), стала актуальною потреба у поліпшенні характеристик динамічної пам'яті. Основні проблеми включали великі затримки передачі даних через потребу в постійному оновленні інформації

в кожній ячейці пам'яті. Це призводило до ускладнення операцій читання та запису, а також гальмувало загальну продуктивність систем. Щоб вирішити ці проблеми, інженери працювали над оптимізацією алгоритмів доступу до даних та впровадженням кеш-пам'яті. Збільшення щільності інтеграції дозволило збільшити обсяг доступної пам'яті, а використання нових матеріалів покращило стабільність та швидкодійність пам'яті.

FPM DRAM (Fast Page Mode DRAM) швидка пам'ять.

Першою моделлю стала FPM-DRAM – Fast-Page Mode DRAM (Пам'ять швидкого сторінкового режиму), розроблена у 1995 році (рис.13). Основною відмінністю від пам'яті попереднього покоління стала підтримка скорочених адрес.

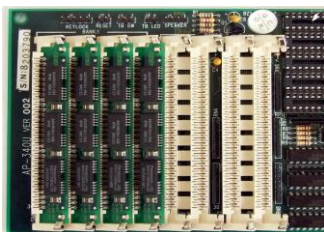


Рисунок 13 – Пам'ять швидкого сторінкового режиму FPM-DRAM

Якщо черговий осередок, що запитується, знаходиться в тому ж самому рядку, що і попередній, його адреса однозначно визначається одним лише номером стовпця і передача номера рядка вже не потрібна. При послідовному читанні осередків пам'яті, (як і обробці компактних одно-двох кілобайтних структур даних), час доступу скорочується на 40%, так як рядок, що обробляється, знаходиться у внутрішньому буфері мікросхеми, і звертатися до матриці пам'яті немає жодної необхідності.

Недоліками FPM-DRAM пам'яті стало хаотичне звернення до пам'яті, так само як і перехресні запити осередків з різних сторінок, з усією очевидністю не можуть скористатися перевагами передачі скорочених адрес і працюють з FPM-DRAM як стандартна DRAM. Ситуація, коли запитуваний осередок знаходиться у відкритому рядку, називається "попаданням на сторінку" (Page Hit), інакше кажуть, що стався промах (Page Miss). Оскільки промах обкладається штрафними затримками, критичні до швидкодії, модулі повинні розроблятися з урахуванням особливостей архітектури FPM-DRAM, так що абстрагуватися від пристрою вже не виходить. Виникла й інша проблема: мінливість часу

доступу ускладнює вимірювання продуктивності мікросхем пам'яті та порівняння їх швидкісних показників один з одним.

EDO-DRAM (Extended Data Out) пам'ять із удосконаленим виходом.

У 1996 році індустрія оперативної пам'яті взяла великий крок вперед з введенням EDO-DRAM, або Extended Data Out Dynamic Random Access Memory. Ця технологія була розроблена для вирішення викликів, пов'язаних із збільшенням тактової частоти мікропроцесорів і потребою у вдосконаленні рішення для оперативної пам'яті, намічаючи новий етап в розвитку пам'яті для комп'ютерів.

Головною відмінністю EDO-DRAM було введення спеціального тригера-заскочкої на кожній мікросхемі пам'яті. Цей тригер дозволяв утримувати лінії даних після зникнення сигналу заряджання. Що це означало для системи – здатність декілька рядків даних утримувати в активному стані без необхідності постійної перезарядки. Це дало можливість дезактивувати сигнал підзарядки до моменту завершення читання даних, готуючи мікросхему до прийому наступного стовпця. Такий механізм покращував ефективність читання послідовних даних і значно прискорював роботу системи в цілому.

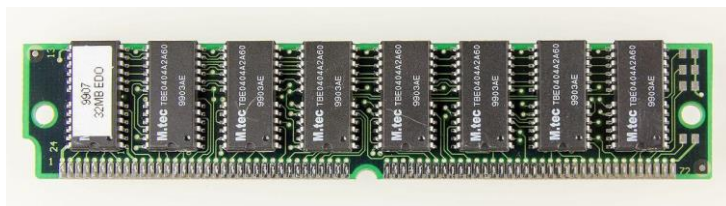


Рисунок 14 – Пам'ять EDO-DRAM

EDO-DRAM став кроком вперед порівняно із традиційними FPM DRAM пам'ятями. Ця інноваційна технологія виявилася особливо корисною при високих тактових частотах, де попередній стандарт був менш ефективний. Її впровадження забезпечило підтримку більш високих швидкостей обміну даними і покращило загальну продуктивність систем, що було ключовим чинником для еволюції пам'яті в еру зростання обчислювальної потужності комп'ютерів.

Модуль пам'яті EDO-DRAM BEDO (Burst EDO) – пакетна EDO RAM.

Дворазове збільшення продуктивності було досягнуто лише у BEDO-DRAM (Burst EDO). Додавши до мікросхеми генератор номера стовпця, конструктори ліквідували затримку сигналу підзарядки, скоротивши час циклу до 15 нс. Після звернення до довільного осередку мікросхема BEDO автоматично, без вказівок контролера, збільшує номер стовпця на одиницю, не вимагаючи його явної передачі. Через обмежену розрядність адресного лічильника (конструктори відвели під нього всьоголише два біти) максимальна довжина пакета не могла перевищувати чотирьох осередків ($2^2=4$).

Головною перевагою BEDO пам'яті в порівнянні з EDO RAM було те, що вона працювала на максимально можливій швидкості з частотою 66 МГц, тобто. вона була на ~40% швидше за EDO-DRAM! Тим не менш, незважаючи на свої швидкісні показники, BEDO виявилася не конкурентоспроможною і не отримала практично ніякого поширення. Прорахунок полягав у тому, що BEDO, як і її попередники, залишалася асинхронною пам'яттю. Це накладало жорсткі обмеження максимально досягну тактову частоту, обмежену 60 - 66 (75) мегагерцами.

SDRAM (Synchronous DRAM) – синхронна DRAM.

Поява мікропроцесорів із шинами на 100 МГц призвело до радикального перегляду механізму управління пам'яттю, і підштовхнуло конструкторів до створення синхронної динамічної пам'яті – SDRAM (Synchronous-DRAM). Як і з її назви, мікросхеми SDRAM пам'яті працюють синхронно з контролером, що гарантує завершення циклу в строго заданий термін. Крім того, номери рядків і стовпців подаються одночасно з таким розрахунком, щоб до приходу наступного тактового імпульсу сигнали вже встигли стабілізуватися і були готові до зчитування.

Також, в SDRAM реалізовано вдосконалений пакетний режим обміну. Контролер може запросити як одну, так і кілька послідовних осередків пам'яті, а за бажання - весь рядок цілком! Це стало можливим завдяки використанню повнорозрядного адресного лічильника вже не обмеженого, як у BEDO, двома бітами.

Інше удосконалення. Кількість матриць (банків) пам'яті в SDRAM збільшено з одного до двох (а в деяких моделях, і чотирьох). Це дозволяє звертатися до осередків одного банку паралельно з перезарядженням внутрішніх ланцюгів іншого, що вдвічі збільшує гранично допустиму тактову частоту. Крім цього з'явилася можливість одночасного відкриття двох (чотирьох) сторінок пам'яті, причому відкриття однієї сторінки

(тобто передача номера рядка) може відбуватися під час зчитування інформації з іншого, що дозволяє звертатися на нову адресу стовпця осередку пам'яті кожному тактовому циклі.

На відміну від FPM-DRAM, що виконують перезарядження внутрішніх ланцюгів при закритті сторінки синхронна пам'ять робить цю операцію автоматично, дозволяючи тримати сторінки відкритими так довго, скільки це завгодно. Ще одна перевага – розрядність ліній даних збільшилася з 32 до 64 біт, що ще вдвічі збільшило її продуктивність.

Модуль пам'яті SDRAM. DDR SDRAM, SDRAM II (Double Data Rate SDRAM) Подальший розвиток синхронної пам'яті призвело до появи DDR-SDRAM – Double Data Rate SDRAM (SDRAM подвоєної швидкості передачі). Подвоєння швидкості досягається за рахунок передачі даних і по фронту, і за спадом тактового імпульсу (SDRAM передача даних здійснюється тільки по фронту). Завдяки цьому ефективна частота збільшується вдвічі – 100 МГц.

DDR-SDRAM за своєю продуктивністю еквівалента 200 МГц SDRAM. Щоправда, з маркетингових міркувань, виробники DDR-мікросхем стали маркувати їх не тактовою частою, а максимальною пропускною спроможністю, що вимірюється в мегабайтах на секунду.

Зазнала змін та конструкція управління матрицями (банками) пам'яті. По-перше, кількість банків збільшилася з двох до чотирьох, а, по-друге, кожен банк обзавівся персональним контролером (не плутати з контролером пам'яті!), в результаті чого замість однієї мікросхеми ми отримали як би чотири, що працюють незалежно один від одного. Відповідно, максимальна кількість осередків, що обробляються за один такт, зросла з одного до чотирьох.

RDRAM (Rambus DRAM) - Rambus-пам'ять.

З DDR-SDRAM жорстко конкурує Direct RDRAM, розроблена компанією Rambus.

Має основних відмінностей від пам'яті попередніх поколінь лише три:

- збільшення тактової частоти за рахунок скорочення розрядності шини,
- одночасна передача номерів рядка та стовпа осередку,
- збільшення кількості банків посилення паралелізму.

Підвищення тактової частоти викликає різке посилення різноманітних перешкод і насамперед електромагнітної інтерференції, інтенсивність якої у випадку пропорційна квадрату частоти, але в частотах понад 350 мегагерц взагалі наближається до кубічної. Ця обставина накладає надзвичайно жорсткі обмеження на топологію та якість виготовлення друкованих плат модулів мікросхеми, що значно ускладнює технологію виробництва та собівартість пам'яті. З іншого боку, рівень перешкод можна знизити, якщо скоротити кількість провідників, тобто. зменшити розрядність мікросхеми. Саме таким шляхом компанія Rambus і пішла, компенсуючи збільшення частоти до 400 МГц (з урахуванням технології DDR ефективна частота становить 800 МГц) зменшенням розрядності шини даних до 16 біт (плюс два біти на ECC). Таким чином, Direct RDRAM вчетверо обганяє DDR за частотою, але в стільки ж разів відстає від неї в розрядності.

Друга (за списком) перевага RDRAM – одночасна передача номерів рядка та стовпця осередку – при найближчому розгляді виявляється зовсім не перевагою, а конструктивною особливістю. Не зменшує латентності доступу до довільної осередку (тобто. інтервалом часу між подачею адреси та отримання даних), т.к. вона, латентність, переважно визначається швидкістю ядра, а RDRAM функціонує на старому ядрі. Зі специфікації RDRAM випливає, що час доступу становить 38,75 нс. (Для порівняння час доступу 100 МГц SDRAM становить 40 нс.). Велика кількість банків дозволяє (теоретично) досягти ідеальної конвеєризації запитів до пам'яті, - незважаючи на те, що дані надходять на шину лише через 40 нс. після подання запиту (що відповідає 320 тактам у 800 МГц системі), сам потік даних безперервний. Таким чином, використання RDRAM у домашніх та офісних комп'ютерах нічим не виправдане. Для високопродуктивних робочих станцій найкращий вибір – DDR-SDRAM, що не поступається RDRAM у продуктивності, але значно виграє в останній у собівартості.

В даний час обсяг оперативної пам'яті пішов на сотні мегабайт і більше. Щоправда, продуктивність підсистеми пам'яті досі залишає бажати кращого. Причому сучасна ситуація навіть гірша, ніж десять-п'ятнадцять років тому. Якщо персональні комп'ютери кінця вісімдесятих - початку дев'яностих оснащувалися мікропроцесорами з тактовою частотою близько 10 МГц та оперативною пам'яттю з часом доступу 200 нс., Типова конфігурація ПК найближчого майбутнього становитиме

сотні і тисячі разів більше. Неважко підрахувати, що в часи верховенства IBM XT/AT звернення до одного осередку займало буквально пару тактів процесора і це при тому, що більшість арифметичних команд забирало десятки тактів. Сучасні ж процесори витрачають на читання довільного осередку, часом сотні тактів, виконуючи в цей самий час майже по три обчислювальні інструкції за такт.

Природно дані проблеми вже розглядаються і вирішуються інженерами-конструкторами, що дасть можливість вийти у виробництво нових видів оперативної пам'яті. Також збільшуватиметься швидкість та обсяг оперативної пам'яті.

Питання для самоперевірки

1. Назвіть типи динамічної пам'яті.
2. Який принцип функціонування оперативної пам'яті?
3. Як виглядає пристрій ОП?
4. Опишіть схему взаємодії ОП з ЦП.

Глава 5

Комп'ютерна периферія

Стрімкий розвиток комп'ютерної техніки і її різноманітного програмного забезпечення – одна з характерних примет сучасного періоду розвитку суспільства. Технології, основним компонентом яких є комп'ютер, проникають практично в усі сфери людської діяльності. Те, що зовсім недавно вважалося фантастикою, тепер завдяки науково-технічному прогресу, особливо прогресу в області комп'ютерних технологій, стало реальністю.

До апаратних засобів (Hardware) відносяться всі пристрої, з яких складається комп'ютер а також пристрої які можуть додаватися до нього в міру необхідності. По-англійському Hardware – це буквально «твердий товар» («залізо»): молотки, цвяхи і гвинти. У комп'ютері – це все те, що можна поторкати руками, починаючи від сполучних кабелів і закінчуючи монітором, корпусом, клавіатурою і дрібними електронними компонентами (мікросхемами).

5.1 Комп'ютерні миші та інші пристрої введення

Мишею (mouse) називається двомірний аналоговий маніпулятор, що підключається до персонального комп'ютера й обладнаний однією, двома або трьома кнопками на верхній кришці і, можливо, коліщатком.

Історія виникнення миші пов'язана з ім'ям відомого американського вченого Дага Енгельбарта і науково-дослідною лабораторією XeroxPARC, яка проводила дослідження щодо розробки нових інтерфейсів взаємодії людини з комп'ютером. Ці дослідження тривали з кінця 50-х років минулого століття. Прагнучи створити, можливо, першу у світі інтерактивну систему для роботи з текстами і зображеннями, вчені дійшли висновку, що жоден із маніпуляторів, які існували до того часу (світлове перо, джойстик і т. ін.), не відповідає їхнім вимогам. Щоб знайти ідеальний варіант, був виконаний аналіз можливостей маніпуляторів різних типів (у тому числі керованих стопою або коліном) і побудована таблиця властивостей, на зразок періодичної

системи елементів. Уже за допомогою цієї таблиці аналітично були виведені необхідні параметри ще не існуючого на той час пристрою. Він і став мишею.

Пристрій дозволяв користувачеві вибирати функції меню, пов'язуючи його переміщення з перебором функцій на екрані. Одна або кілька кнопок, розташованих зверху цього пристрою, дозволяли користувачеві вказати комп'ютеру свій вибір. Пристрій був досить мініатюрним і легко міг поміститися під долонею з розташуванням кнопок під пальцями. Підключення здійснюється спеціальним кабелем, що надає пристрою подібності з мишею з довгим хвостом. А процес переміщення миші й відповідного перебору функцій меню став позначатися терміном «проведення миші». Миші розрізняються за трьома характеристиками: кількістю кнопок, використовуваною технологією й типом з'єднання пристрою з центральним блоком (рис. 15)



Рисунок 15 – Перша модель комп'ютерної миші лабораторії ХероxPARC

Частково роботи по створенню миші спонсорувалися Національним космічним агентством (NASA). На його замовлення були проведені порівняльні випробування різних пристроїв, і хоча миша продемонструвала абсолютну перевагу, але — така іронія долі — у силу своєї відомчої специфіки NASA втратило до цього маніпулятора інтерес: адже він не міг працювати в невагомості. Однак миша знайшла попит на землі.

Маніпулятор «миша» — як правило, найдешевший з компонентів комп'ютера, тому і ставлення до нього відповідне: дуже часто майже байдуже («аби була»). У той же час є очевидним, що миша — дуже важливий пристрій у складі ПК, оскільки разом із клавіатурою постійно використовується для введення інформації й управління нею усередині ПК. Отже, зручність миші, її відповідність до завдань користувача має велике значення.

Спочатку у пристрої була одна кнопка. Перебір функцій визначається переміщенням миші, але вибір функції відбувається тільки за допомогою кнопки, що дозволяє уникнути випадкового запускання програми при перебиранні функцій меню (рис.16).

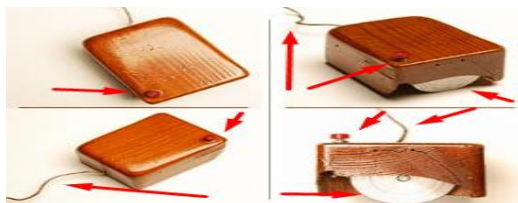


Рисунок 16 – Миша з однією кнопкою

За допомогою однієї кнопки можна реалізувати тільки мінімальні можливості пристрою. Уся робота комп'ютера в цьому випадку полягає у визначенні положення кнопки: натиснута вона чи ні. Проте добре складене, меню повністю дозволяє реалізувати управління комп'ютером.

Однак дві кнопки збільшують гнучкість системи. Наприклад, одна кнопка може використовуватися для запуску функції, а друга — для її скасування. У графічних системах одна може вмикати світловий олівець, а друга — вимикати його.

Три кнопки ще збільшують гнучкість програмування. Але, з іншого боку, збільшення кількості кнопок збільшує подібність пристрою до клавіатури, долаючи йому недоліки останньої. Практично три кнопки є межею, тому кількість пальців, вільних для натискання кнопок, обмежується вказівним, середнім і безіменним. Великий і мізинець використовуються для переміщення миші й Утримання її в долоні. Більшість моделей обладнуються двома або навіть однією кнопкою. Найпопулярніші — двокнопкові миші. Але це не означає, що ви повинні відмовлятися від трикнопкових пристроїв. Вони можуть виконувати те ж саме, що й двокнопкові миші, і навіть більше за них. Але для більшості про грам цілком достатньо двох кнопок

Кілька років тому з'явилися миші з додатковими пристосуваннями для скролінга (скролінг — це прокручування вгору, вниз, вліво або вправо великого зображення, наприклад тексту (або WEB-сторінки), який не уміщається на екрані повністю). Причому миші зі скролінгом виявилися справді дуже зручними при роботі з великими текстами, таблицями, картинками

Засоби для швидкого скролінга зазвичай розташовуються між двома великими основними кнопками миші й поділяються на три типи: гумове колі шатко (обертається дискретними «кроками»), невеликий важіль (натискається вперед або назад, задаючи відповідний напрямок скролінга) і так звана кнопка-гойдалка (натискання на її передній кінець задає скролінг угору, натискання на задній кінець — униз). Крім того, ці пристрої найчастіше доповнюються ще однією кнопкою (вона розташовується під коліщатком (важелем), або на бічній поверхні корпусу миші), яка за вмовчанням включає в Windows-додатках такий режим скролінга, коли напрямок прокручування за дається переміщенням усієї миші (у цьому режимі вищезгадані засоби швидкого скролінга не використовуються). Але ця кнопка може використовуватися і для інших цілей.

Поширеними зараз є миші й з двома коліщатками, кожне з яких відповідає за скролінг по одній з осей. Деякі миші обладнуються додатковою кнопкою збоку корпусу під великим пальцем. Цю кнопку можна перепрограмувати для виконання різних дій.

Перші миші мали механічну конструкцію. У ній використовувався маленька кулька, що виступала через нижню поверхню пристрою й оберталася в міру його переміщення по поверхні. Перемикачі усередині миші визначали переміщення й напрямок руху кульки (рис. 17).



Рисунок 17 – Механічна миша

Хоча кулька може обертатися в будь-якому напрямку, визначаються тільки чотири напрямки. Це асоціюється з двома напрямками у двокординатній системі. Переміщення в кожному з чотирьох напрямків вимірюється в сотих частках дюйма. Після проходження кулькою цієї дискретної відстані формується спеціальний сигнал для центрального блока.

Механічна миша може працювати практично на будь-якій поверхні. Ви можете обертати кульку навіть пальцями (хоча в цьому

випадку виникнуть проблеми з натисканням кнопок). Однак набагато краще використовувати спеціальну підкладку (килимок), щоб мінімізувати або виключити проковзування кульки на гладкій поверхні столу. При цьому сам килимок повинен досить добре прилипати до столу.

До мінусів механічних мишей можна віднести те, що для їх роботи потрібен якийсь простір для переміщення (зазвичай місця на робочих столах завжди не вистачає). А крім того, механічні частини часто ламаються. Миші мають тенденцію до накопичування бруду, що призводить до зменшення надійності їхнього функціонування. Тому цей пристрій необхідно періодично чистити, хоча він начебто працює на чистій поверхні столу.

Однак дешевизна і простота механічних мишей зробили їх найпоширенішими.

Альтернативою механічній миші є оптична миша, у якій замість кульки, що крутиться, використовується промінь світла, що сканує координатну сітку, нанесену на спеціальну підкладку. За допомогою такого механізму і визначається пух. Відсутність рухомих частин у пристрої підвищує його надійність (рис.18).



Рисунок 18 – Оптична миша

В оптичних мишах використовуються дві пари світлодіодів і фотодетекторів, які встановлюються на задній стінці. Одна пара орієнтована під прямим кутом щодо іншої. Підкладка вкрита безліччю жовтих і блакитних координатних сіток, що перекриваються. Кожна пара світлодіодів і фотодетекторів визначає рух в обох напрямках при проходженні через відповідні риси сітки. Спеціальне покриття нижньої стінки миші полегшує ковзання по вкритій пластиком підкладці.

Суттєвим недоліком оптичної миші є необхідність використовувати спеціальну підкладку. З одного боку, ви можете покласти її у будь-яке місце, і пристрій буде працювати. Але, з іншого боку, така підкладка легко забруднюється, і пристрій перестає працювати. Та й саме

пластикове покриття легко ушкоджується. Хоча в нормальних умовах сучасних офісів оптичні миші працюють довго й надійно.

Кілька років назад Microsoft випустила оптичну мишу IntelliMouse Explorer, якій не потрібні спеціальний килимок і взагалі вона може працювати майже на будь-якій поверхні (аби вона не була абсолютно гладкою і такою, що відбиває промені). У ній використовується більш складний оптичний датчик, який ніби фотографує поверхню під маніпулятором.

Підключення миші до комп'ютера.

Миші також поділяються на «проводові» (їх переважна більшість) і «без-проводові». Перші з'єднуються з ПК за допомогою кабелю, а другі — відповідно, проводу не мають і передають інформацію за радіохвилями на спеціальний приймач, який вже і підключається кабелем до «мишачого» роз'єму ПК. Теоретично безпроводові миші, звичайно, більш зручні: відсутність кабелю гарантує вільне переміщення. Але є в таких мишех і два характерні недоліки: висока ціна й необхідність періодичної заміни батарейок. До того ж на практиці при правильному розміщенні кабелю і зі звичайною мишею ніяких незручностей у роботі не виникає (рис. 19).



Рисунок 19 – Безпроводова миша

Історично склалося так, що миші можуть підключатися до різних роз'ємів комп'ютера. Перші миші з'єднувалися з найповільнішим інтерфейсом комп'ютера – послідовним портом, який також називають СОМ-портом (від англійського слова Communication, тобто «зв'язок»). Потім у другій половині 80-х років ХХ ст. компанія IBM випустила серію ПК під назвою PS/2, у яких був спеціальний маленький круглий роз'єм для миші, який згодом почали називати PS/2. До речі, портом PS/2 вперше оснащувалися не тільки машини PS/2, але і PS/1. За останні два роки набув широкого розповсюдження ще один тип порту – USB (універсальна

послідовна шина), який набагато швидший і зручніший, ніж COM-порт. Крім того, порт USB дозволяє підключати й відключати мишу під час роботи без перезавантаження комп'ютера. А на одній з виставок був показаний комп'ютер, до якого через порти USB були підключені більше 200 мишей і кожна керувала своїм покажчиком на екрані (рис. 20).



Рисунок 20 – Роз'єми PC/2 та COM-портів



Рисунок 21 – Роз'єм USB для миші

Зараз можна зустріти миші із трьома видами роз'ємів: COM (дев'ятиконтактний трапецієподібний, найбільший із трьох), PS/2 (маленький, круглий, п'ятиконтактний) і USB (чотириконтактний, маленький, плоский, прямокутний). Останнім часом пристрої з COM-роз'ємом зустрічаються дуже нечасто, а з USB усе частіше.

Що являє собою TouchPad (тач-пед)? Українською мовою це слово мож- 1 на перекласти як «сенсорна панель». TouchPad являє собою панель, зазвичай прямокутної форми, чутливу до натискання пальців або долоні. Натиснувши пальцем на TouchPad і пересуваючи його по поверхні, користувач може маневрувати курсором так само, як і при використанні мишки. Для вибору якогось пункту меню можна натиснути на кнопку, а можна безпосередньо на площину TouchPad. TouchPad відіграє таку ж

роль, що й мишка, але є більш компактним, не потребує просторового переміщення пристрою введення й ідеально і підходить для портативних комп'ютерів. До того ж він має розширені функціональні можливості (рис. 22).

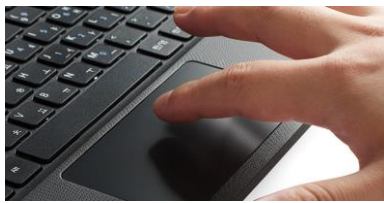


Рисунок 22 – TouchPad

Фізично TouchPad являє собою сітку з металевих провідників, розділених тонкою ізолюючою прокладкою з лавсанової плівки, тобто такий собі набір великої кількості маленьких конденсаторів. Через те що людське тіло є добрим провідником, то при наближенні руки до поверхні панелі відбувається зміна електричного поля, а отже, ємності цих конденсаторів. Вимірюючи зміну ємності кожного конденсатора в сітці, можна точно визначити координати пальця на поверхні панелі. Більше того, вимірюючи величину ємності, можна також приблизно визначити тиск, що здійснюється на панель. Це можливо завдяки тому, що чим більший тиск прикладається до поверхні або чим більша кількість пальців знаходиться поблизу поверхні, тим більш повною є ємність. Таким чином, TouchPad може обчислити моменти наближення пальця, натискання, руху й віддалення пальця від поверхні панелі.

Як правило, TouchPad підтримує стандарт «mouse» і власні, специфічні, розширені протоколи. Підтримка «mouse» означає, що, підключивши до комп'ютера TouchPad, ви відразу можете використовувати її як звичайну мишку, без інсталяції її власного драйвера. Після цього ви встановлюєте драйвер і одержуєте цілий набір додаткових можливостей. Наприклад, деякі області TouchPad можна запрограмувати під певні дії.

У процесі удосконалення TouchPad з'явився TouchWriter — панель TouchPad з підвищеною чутливістю, що однаково добре працює як з пальцем, так і зі спеціальною ручкою і навіть із нігтем. Ця панель дозволяє вводити дані звичним для людини способом — записуючи їх ручкою. Крім того, її можна використовувати для створення графічних

зображень або для підписування ваших документів. Для тих, хто бажає писати ієрогліфами, існують навіть спеціальні програми, що дозволяють вводити ієрогліфи, безпосередньо малюючи їх на панелі. Причому програма при введенні пропонує готові варіанти ієрогліфів.

Трекбол — це «мишка навпаки». Сам пристрій, на відміну від мишки, завжди залишається нерухомим, а керування переміщенням курсору здійснюється обертанням кульки, що знаходиться у верхній частині трекбола. При цьому, обертаючи кульку пальцями, ви одержуєте кращий, ніж у мишки, контроль над її обертанням і, як наслідок, більш точне позиціонування курсору. Цьому сприяє і те, що, на відміну від крихітної в миші, кулька трекбола, як правило, має значно більший розмір і меншу (по відношенню до розміру) вагу.

Крім кульки, трекболи мають, принаймні, дві кнопки (як і будь-яка двокнопкова миша), а от оснащення їх коліщатами для прокручування, додатковими кнопками і т. п., залежить винятково від виробника. Таким чином, сфера застосування трекболів — робота з графічними пакетами, пакетами для автоматизованого проектування тощо, тобто такими програмами, у яких найбільш гостро відчувається необхідність плавного переміщення і точного позиціонування курсору (рис. 23).



Рисунок 23 – Трекбол

Спостереження за кулькою в трекболах здійснюється так само, як і в мишках: рух кульки зчитується двома валиками (по одному для кожної з координатних осей), обертання яких фіксується за допомогою оптопар – світлодіод і фотоелемент. Але поскільки кулька знаходиться зверху, уся механіка набагато більше накопичує бруду, ніж у мишці. Для розв'язання цієї проблеми деякі фірми запропонували нову технологію оптичного спостереження. Суть її в тому, що спостереження за кулькою здійснюється тільки за допомогою світла. Відсутність будь-якої механіки

виключає можливість її забруднення і, відповідно, впливу на точність переміщення курсору.

Джойстик — пристрій введення інформації, виконаний у вигляді рукоятки управління, що нагадує (за формою, а не за розмірами) перемикач швидкостей автомобіля або штурвал літака. В основному джойстик використовується для комп'ютерних ігор. Він дозволяє користувачеві зазнати нові відчуття, а також захистити клавіатуру від передчасного руйнування під час повітряних боїв із літаками супротивника. Джойстик підключається до комп'ютера через спеціальний ігровий порт (рис. 24).



Рисунок 24 – Джойстик

Джойстики бувають аналоговими й цифровими. Аналоговий джойстик посилає в ігровий порт аналоговий сигнал – якийсь змінний електричний сигнал певної напруги й сили струму. Сигнал обробляється контролером ігрового порту й процесором, а далі, уже в цифровому вигляді, використовується програмними інтерфейсами. В основу аналогових джойстиків закладені потенціометри.

Цифрові джойстики подають на комп'ютер уже цифровий сигнал, який був згенерований самим джойстиком. При цьому такі джойстики найчастіше теж використовують потенціометри, просто їхній аналоговий сигнал оцифровується усередині пристрою. Перевагою такого рішення є те, що аналоговий сигнал перетворюється у цифровий до того, як він потрапив в ігровий порт – у сильно зашумлений в електронному розумінні внутрішній простір комп'ютера. Недоліком такого рішення є несумісність ігор і нестандартних ігрових портів, тому Що передача цифрових даних через ігровий порт не стандартизована, і кожен виробник робить це своїм способом.

В «оптичному» джойстику замість потенціометрів використовуються оптичні сенсори, схожі на ті, котрі застосовуються в мишках Природно, що сигнал на комп'ютер подається в цифровому

вигляді, і це викликає ті ж переваги й недоліки, що й у цифрових джойстиків. Однак оптичні системи зчитування не піддаються механічному зношуванню, як це відбувається з потенціометрами.

Існує ще безліч пристроїв для введення інформації в комп'ютер. Це і пристрої винятково для любителів комп'ютерних ігор – різні рулі, педалі, геймпади тощо, і пристрої для комп'ютерних художників — планшети і світлове перо, і багато чого іншого. Серед них чутливі до натискання екрани, мікрофони для введення в комп'ютер звукової інформації (наприклад для управління голосом), сканери для введення інформації з паперових носіїв, і навіть унікальні екзотичні пристрої для пересування покажчика за допомогою погляду.



Рисунок 25 – Інші пристрої введення

5.2 Монітор

5.2.1 Технології виведення зображення на монітор

Відразу слід обмовитися – ніколи не економте на моніторі. Монітор не можна модернізувати. Він купується один раз для довготривалого використання. Саме через монітор ми сприймаємо всю візуальну інформацію від комп'ютера. Не важливо, чи працюєте ви з бухгалтерською програмою, пишете листи, граєте в ігри, управляєте сервером – ви завжди використовуєте монітор. Від якості і безпеки монітора безпосередньо залежить ваше здоров'я - перш за все зір.

CRT (Cathode Ray Tube) монітори.

В основі всіх подібних моніторів лежить катодно-променева трубка, але це дослівний переклад, технічно правильно говорити

електронно-променева трубка (ЕПТ). Розглянемо принципи роботи CRT моніторів. CRT або ПТ-МОНИТОР має скляну трубку, усередині якої знаходиться вакуум, тобто все повітря видалене. З фронтальної сторони внутрішня частина скла трубки покрита люмінофором (Luminofor).

Люмінофор ця речовина, яка випускає світло при бомбардуванні його зарядженими частинками. Для створення зображення в CRT моніторі використовується електронна гармата, яка випускає потік електронів крізь металеву маску або ґрати на внутрішню поверхню скляного екрану монітора, яка покрита різноколірними люмінофорними крапками. Потік електронів на шляху до фронтальної частини трубки проходить через модулятор інтенсивності і прискорюючи систему, працює за принципом різниці потенціалів. В результаті електрони набувають великої енергії, частина з якої витрачається на свічення люмінофора. Електрони потрапляють на люмінофорний шар, після чого енергія електронів перетворюється в світло, тобто потік електронів примушує точки люмінофора світитися. Ці точки люмінофора, що світяться, формують зображення, яке ви бачите на вашому моніторі. Як правило, в кольоровому CRT моніторі використовується три електронні гармати, на відміну від однієї гармати, вживаної в монохромних моніторах, які зараз практично не проводяться і мало кому цікаві.

Всі ми знаємо, що наші очі реагують на основні кольори: червоний (Red), зелений (Green) і синій (Blue) і на їх комбінації, які створюють нескінченне число кольорів.

Люмінофорний шар, що покриває фронтальну частину електронно-променевої трубки, складається з дуже маленьких елементів (настільки маленьких, що людське око їх не завжди може розрізнити). Ці люмінофорні елементи відтворюють основні кольори, фактично є три типу різноколірних частинок, чиї кольори відповідають основним кольорам RGB (звідси і назва групи з люмінофорних елементів – триади).

Люмінофор починає світитися, як було сказано вище, під впливом прискорених електронів, які створюються трьома електронними гарматами. Кожна з трьох гармат відповідає одному з основних кольорів і посилає пучок електронів на різні частинки люмінофор, чие свічення основними кольорами з різною інтенсивністю комбінується і в результаті формується зображення з необхідним кольором. Наприклад, якщо активувати червону, зелену і синю люмінофорні частинки, то їх комбінація сформує білий колір.

Для управління електронно-променевою трубкою (ЕПТ) необхідна і електроніка, що управляє, якість якої багато в чому визначає і якість монітора.

ЕПТ можна розбити на два класи - трьохпроменеві з дельтаобразним розташуванням електронних гармат і з планарним розташуванням електронних гармат. У цих трубках застосовуються щілисті і тіньові маски, хоча правильніше сказати, що вони всі тіньові. При цьому трубки з планарним розташуванням електронних гармат ще називають кінескопами з самозведенням променів, оскільки дія магнітного поля Землі на три планарно розташованих променя практично однаково і при зміні положення трубки щодо поля Землі не потрібно проводити додаткові регулювання.

Отже, найпоширеніші типи масок це тіньові, а вони бувають двох типів: "Shadow Mask" (тіньова маска) і "Slot Mask" (щілиста маска).

SHADOW MASK.

Тіньова маска (shadow mask) це найпоширеніший тип масок для CRT моніторів. Тіньова маска складається з металевої сітки перед частиною скляної трубки з люмінофорним шаром. Як правило, більшість сучасних тіньових масок виготовляють з інвару (invar - сплав заліза і нікелю). Отвори в металевій сітці працюють як приціл (хоч і не точний), саме цим забезпечується те, що електронний промінь потрапляє тільки на необхідні люмінофорні елементи і лише в певних областях. Тіньова маска створює ґрати з однорідними крапками (ще званими тріади), де кожна така крапка складається з трьох люмінофорних елементів основних кольорів - зеленого, червоного і синього – які світяться з різною інтенсивністю під впливом променів з електронних гармат. Зміною струму кожного з трьох електронних променів можна добитися довільного кольору елемента зображення, що утворюється тріадою крапок.

Мінімальна відстань між люмінофорними елементами однакового кольору називається dot pitch (або крок крапки) і є індексом якості зображення. Крок крапки звичайно вимірюється в міліметрах (мм). Чим менше значення кроку крапки, тим вище якість відтворного на моніторі зображення.

SLOT MASK.

Щілиста маска (slot mask) це технологія широко застосовується компанією NEC під ім'ям "CromaClear". Це рішення на практиці є комбінацією двох технологій описаних вище. В даному випадку люмінофорні елементи розташовані у вертикальних еліптичних осередках, а маска зроблена з вертикальних ліній. Фактично вертикальні смуги розділені на еліптичні осередки, які містять групи з трьох люмінофорних елементів трьох основних кольорів. Мінімальна відстань між двома осередками називається slot pitch (щілистий крок). Чим менше значення slot pitch, тим вище якість зображення на моніторі.

APERTURE GRILLE.

Апертурна ґратка (aperture grill) – це тип маски, використовуваний різними виробниками в своїх технологіях для виробництва кінескопів, що носять різні назви, але що мають однакову суть, наприклад технологія Trinitron від Sony або Diamondtron від Mitsubishi. Це рішення не включає металеві ґрати з отворами, як у випадку з тінговою маскою, а має ґрати з вертикальних ліній. Замість крапок з люмінофорними елементами трьох основних кольорів, апертурна ґратка містить серію ниток, що складаються з люмінофорних елементів збудованих у вигляді вертикальних смуг трьох основних кольорів. Така система забезпечує високу контрастність зображення і хорошу насиченість кольорів, що разом забезпечує високу якість моніторів з трубками на основі цієї технології. Маска, вживана в трубках фірми Sony, Mitsubishi, ViewSonic, є тонкою фольгою, на якій удряпнуті тонкі вертикальні лінії. Вона тримається на горизонтальному(их) (однієї в "15", двох в "17", трьох і більш в "21") зволіканні, тінь від якої Ви і бачите на екрані. Це зволікання застосовується для гасіння коливань і називається damper wire. Її добре видно, особливо при світлому фоні зображення на моніторі. Деяким користувачам ці лінії принципово не подобаються, інші ж навпаки задоволені і використовують їх як горизонтальну лінійку.

Мінімальна відстань між смугами люмінофора однакового кольору називається strip pitch (або кроком смуги) і вимірюється в міліметрах (мм). Чим менше значення strip pitch, тим вище якість зображення на моніторі.

Зображення на екрані відтворюється в результаті процесу, в ході якого свічення люмінофорних елементів ініціюється електронним

променем, що проходить послідовно по рядках в наступному порядку: зліва направо і зверху вниз на екрані монітора. Цей процес відбувається дуже швидко, тому нам здається, що екран світиться постійно. У сітківці наших очей зображення зберігається близько $1/20$ секунди. Це означає, що якщо електронний промінь рухатиметься по екрану поволі, ми можемо бачити цей рух як окрему рухомаю яскраву крапку, але коли промінь починає рухатися, швидко прокреслюючи на екрані рядок хоч би 20 разів в секунду, наші очі не побачать рухомої крапки, а побачать лише рівномірну лінію на екрані. Якщо тепер примусити промінь послідовно пробігати по багатьох горизонтальних лініях зверху вниз за час менше $1/25$ секунди, ми побачимо рівномірно освітлений екран з невеликим мерехтінням. Рух самого променя відбуватиметься настільки швидко, що наше око не буде в змозі його відмітити. Чим швидше електронний промінь проходить по всьому екрану, тим менше буде помітне і мерехтіння картинки. Вважається, що таке мерехтіння стає практично непомітним при частоті повторення кадрів (проходів променя по всіх елементах зображення) приблизно 75 в секунду. Проте ця величина в деякій мірі залежить від розміру монітора. Річ у тому, що периферійні області сітківки ока містять світлочутливі елементи з меншою інерційністю. Тому мерехтіння моніторів з великими кутами огляду стає помітним при великих частотах кадрів. Здатність електроніки формувати на екрані дрібні елементи зображення залежить від ширини смуги пропускання (bandwidth). Ширина смуги пропускання монітора пропорційна числу пікселів, з яких формує зображення відеокарта вашого комп'ютера. До ширини смуги пропускання монітора ми ще повернемося. Тепер перейдемо до іншого типу моніторів – LCD.

LCD Monitors.

LCD (Liquid Crystal Display, рідкокристалічні монітори) зроблені з речовини, яка знаходиться в рідкому стані, але при цьому володіє деякими властивостями, властивими кристалічним тілам. Рідкі кристали були відкриті давним-давно, але спочатку вони використовувалися для інших цілей. Молекули рідких кристалів під впливом електрики можуть змінювати свою орієнтацію і внаслідок цього змінювати властивості світлового променя того, що проходить крізь них. Ґрунтуючись на цьому відкритті і в результаті подальших досліджень, стало можливим виявити зв'язок між підвищенням електричної напруги і зміною орієнтації молекул

кристалів для забезпечення створення зображення. Перше своє застосування рідкі кристали знайшли в дисплеях для калькуляторів і в кварцовому годиннику, а потім їх стали використовувати в моніторах для портативних комп'ютерів. Сьогодні, в результаті прогресу в цій області, починають набувати все більшого поширення LCD монітори для настільних комп'ютерів. Далі мова піде тільки про традиційні LCD монітори, так звані Nematic LCD.

Екран LCD монітора є масивом маленьких сегментів (званих пікселями), які можуть маніпулюватися для відображення інформації. LCD монітор має декілька шарів, де ключову роль грають дві панелі зроблені з вільного від натрію і дуже чистого скляного матеріалу, званого субстрат або підкладка, які власне і містять тонкий шар рідких кристалів між собою. На панелях є борозенки, які направляють кристали, повідомляючи їм спеціальну орієнтацію. Борозенки розташовані таким чином, що вони паралельні на кожній панелі, але перпендикулярні між двома панелями. Подовжні борозенки виходять в результаті розміщення на скляній поверхні тонких плівок з прозорого пластика, який потім спеціальним чином обробляється. Стикаючись з борозенками, молекули в рідких кристалах орієнтуються однаково у всіх осередках. Молекули одному з різновидів рідких кристалів у відсутності напруги повертають вектор електричного (і магнітного) поля в такій світловій хвилі на деякий кут в площині, перпендикулярній осі розповсюдження пучка. Дві панелі розташовані дуже близько одна до одної. Рідкокристалічна панель освітлюється джерелом світла (залежно від того, де він розташований, рідкокристалічні панелі працюють на віддзеркалення або на проходження світла). Площина поляризації світлового променя повертається на 90° при проходженні однієї панелі.

При появі електричного поля, молекули рідких кристалів частково шикуються уздовж поля і кут повороту площини поляризації світла стає відмінним від 90° .

Для виведення кольорового зображення необхідне підсвічування монітора ззаду так, щоб світло породжувалося в задній частині LCD дисплея. Це необхідно для того, щоб можна було спостерігати зображення з хорошою якістю. Колір виходить в результаті використання трьох фільтрів, які виділяють з випромінювання джерела білого світла три основні компоненти. Комбінуючи три основні кольори для кожної крапки або пікселя екрану, з'являється можливість відтворити будь-який колір.

Перші LCD дисплеї були дуже маленькими, близько 8 дюймів, тоді як сьогодні вони досягли "15" розмірів для використання в ноутбуках, а для настільних комп'ютерів - "17", "19" і більш LCD монітори. Услід за збільшенням розмірів слідує збільшення роздільної спроможності екрану, слідством чого є поява нових проблем, які були вирішені за допомогою спеціальних технологій, що з'явилися, все це ми опишемо далі. Однією з перших проблем була необхідність стандарту у визначенні якості відображення при високій роздільній спроможності екрану. Першим кроком на шляху до мети було збільшення кута повороту площини поляризації світла в кристалах з 90° до 270° .

Коротко розповімо про роздільну спроможність LCD моніторів. Її ще називають native, вона відповідає максимальному фізичному дозволу CRT моніторів. Саме в native роздільної спроможності LCD монітор відтворює зображення краще всього. Ця роздільна спроможність визначається розміром пікселів, який у LCD монітора фіксований. Наприклад, якщо LCD монітор має native дозвіл 1024x768, то це означає, що на кожній з 768 ліній розташовано 1024 електродів, читай пікселів. При цьому є можливість використовувати і нижче, ніж native, роздільну спроможність. Для цього є два способи. Перший називається "Centering" (центрування), суть методу в тому, що для відображення зображення використовується тільки та кількість пікселів, яка необхідна для формування зображення з нижчою роздільною спроможністю. В результаті зображення виходить не у весь екран, а тільки у середині. Всі невживані пікселі залишаються чорними, тобто навколо зображення утворюється широка чорна рамка. Сутність другого методу в тому, що при відтворенні зображення з нижчою, ніж native, роздільною спроможністю використовуються всі пікселі, тобто зображення займає весь екран. Проте через те, що зображення розтягується на весь екран, виникають невеликі спотворення, і погіршується різкість. Тому, при виборі LCD монітора важливо чітко знати яка саме роздільна спроможність вам потрібна.

Окремо варто згадати про яскравість LCD моніторів, оскільки поки немає ніяких стандартів для визначення того, чи достатньою яскравістю володіє LCD монітор. При цьому в центрі яскравість LCD монітора може бути на 25% вище, ніж у країв екрану. Єдиний спосіб визначити, чи підходить вам яскравість конкретного LCD монітора, це порівняти його яскравість з іншими LCD моніторами.

І останній параметр, про який потрібно згадати, це контрастність. Контрастність LCD монітора визначається відношенням яскравостей між найяскравішим білим і найтемнішим чорним кольором. Хорошим контрастним співвідношенням вважається 120:1, що забезпечує відтворення живих насичених кольорів. Контрастне співвідношення 300:1 і вище використовується тоді, коли потрібне точне відображення чорно-білих півтонів. Але, як і у випадку з яскравістю поки немає ніяких стандартів, тому головним визначальним чинником є ваші очі.

Варто відзначити і таку особливість частини LCD моніторів, як можливість повороту самого екрану на 90°, з одночасним автоматичним розворотом зображення. В результаті, наприклад, якщо ви займаєтеся версткою, то тепер лист формату А4 можна повністю умістити на екрані без необхідності використовувати вертикальну прокрутку, що б побачити весь текст на сторінці. Правда, серед CRT моніторів теж є моделі з такою можливістю, але вони у край рідкісні. У випадку з LCD моніторами, ця функція ставати майже стандартною.

До переваг LCD моніторів можна віднести те, що вони дійсно плоскі в буквальному розумінні цього слова, а створюване на їх екранах зображення відрізняється чіткістю і насиченістю кольорів. Відсутність спотворень на екрані і маси інших проблем властивих традиційним CRT моніторам. Додамо, що споживана і розсіюючи потужність у LCD моніторів істотно нижче, ніж у CRT моніторів.

Головною проблемою розвитку технологій LCD для сектора настільних комп'ютерів, схоже, є розмір монітора, який впливає на його вартість. Із зростанням розмірів дисплеїв знижуються виробничі можливості.

Plasma monitors.

Такі виробники, як Fujitsu, Matsushita, Mitsubishi, NEC, Pioneer та інші вже почали виробництво плазмових моніторів з діагоналлю 40" і більш, причому деякі моделі вже готові для масового виробництва. Робота плазмових моніторів дуже схожа на роботу неонових ламп, які зроблені у вигляді трубки, заповненої інертним газом низького тиску. Всередину трубки поміщена пара електродів, між якими запалюється електричний розряд і виникає свічення.

Плазмові екрани створюються шляхом заповнення простору між двома скляними поверхнями інертним газом, наприклад аргоном або

неоном. Потім на скляну поверхню поміщають маленькі прозорі електроди, на які подається високочастотна напруга. Під дією цієї напруги в прилеглий до електроду газовій області виникає електричний розряд. Плазма газового розряду випромінює світло в ультрафіолетовому діапазоні, який викликає свічення частинок люмінофора, в діапазоні видимому людиною. Фактично, кожен піксель на екрані працює як звичайна флуоресцентна лампа (інакше кажучи, лампа денного світла). Висока яскравість і контрастність разом з відсутністю тремтіння є великими перевагами таких моніторів. Крім того, кут по відношенню до нормалі, під яким можна побачити нормальне зображення на плазмових моніторах істотно більше, ніж 45° у порівнянні з LCD моніторами. Головними недоліками такого типу моніторів є досить висока споживана потужність, що зростає при збільшенні діагоналі монітора і низька роздільна спроможність, обумовлена великим розміром елементу зображення. Окрім цього, властивості люмінофорних елементів швидко погіршуються, і екран стає менш яскравим, тому термін служби плазмових моніторів обмежений 10000 годинами (це близько 5 років при офісному використанні). Із-за цих обмежень, такі монітори використовуються поки тільки для конференцій, презентацій, інформаційних щитів, тобто там, де потрібні великі розміри екранів для відображення інформації.

Проте є всі підстави припускати, що незабаром існуючі технологічні обмеження будуть подолані, а при зниженні вартості, такий тип пристроїв може з успіхом застосовуватися як телевізійні екрани або монітори для комп'ютерів. Подібні телевізори вже є, вони мають велику діагональ, дуже тонкі і мають велику вартість.

Ряд провідних розробників у області LCD і Plasma екранів спільно розробляють технологію PALC (Plasma Addressed Liquid Crystal), яка повинна з'єднати в собі переваги плазмових і LCD екранів з активною матрицею.

FED monitors.

Технології, які застосовуються при створенні моніторів, можуть бути розділені на дві групи:

- монітори, засновані на випромінюванні світла, наприклад традиційні CRT монітори і плазмові, тобто це пристрої, елементи екрану яких випромінюють світло в зовнішній світ;

- монітори типа, трансляції, такі як LCD монітори.

Одним з кращих технологічних напрямів у області створення моніторів, який суміщає в собі особливості обох технологій, описаних нами вище, є технологія FED (Field Emission Display). Монітори FED засновані на процесі, який трохи схожий на той, що застосовується в CRT моніторах, оскільки в обох методах застосовується люмінофор, що світиться під впливом електронного променя. Головна відмінність між CRT і FED моніторами полягає в тому, що CRT монітори мають три гармати, які випускають три електронні промені, послідовно скануючи панель, покриту люмінофорним шаром, а в FED моніторі використовуються безліч маленьких джерел електронів, розташованих за кожним елементом екрану і всі вони розміщуються в просторі по меншій глибині, ніж потрібно для CRT. Кожне джерело електронів управляється окремим електронним елементом, так само як це відбувається в LCD моніторах і кожен піксель потім випромінює світло, завдяки дії електронів на люмінофорні елементи, як і в традиційних CRT моніторах. При цьому FED монітори дуже тонкі.

LEP monitors.

Протягом останніх 30 років увага багатьох учених була прикована до полімерних матеріалів (простіше кажучи - пластиком), що володіють властивостями провідності і напівпровідності.

Найцікавішим застосуванням пластикових напівпровідників на даний момент є створення різного роду пристроїв відображення інформації на їх базі.

Про те, що напівпровідний пластик під дією електричного струму може випускати фотони (тобто світитися), знали давно. Але край низька (0,01%) квантова ефективність цього процесу (відношення числа випущених фотонів до пропущених через пластик зарядів) робила практичне застосування цього ефекту неможливим. За останні час компанія CDT зробила прорив в цьому напрямі, довівши квантову ефективність двуслойного пластика до 5% при випромінюванні жовтого світла, що порівняно з ефективністю сучасних неорганічних світлодіодів (LED). Крім підвищення ефективності, вдалося розширити і спектр випромінювання. Тепер пластик може випускати світло в діапазоні від синього до ближнього інфрачервоного з ефективністю близько 1%.

На сьогодні компанія може представити монохромні (жовтого свічення) LEP-дисплеї, що наближаються по ефективності до

рідкокристалічних дисплеїв LCD (Liquid Crystal Display), поступливі їм по терміну служби, але що мають ряд істотних переваг. Оскільки багато стадій процесу виробництва LEP- дисплеїв співпадають з аналогічними стадіями виробництва LCD, виробництво легко переобладнати. Крім того, технологія LEP дозволяє наносити пластик на гнучку підкладку великої площі, що неможливе для неорганічного світлодіода (там доводиться використовувати матрицю діодів).

Оскільки пластик сам випромінює світло, не потрібні підсвічування і інші хитрощі, необхідні для отримання кольорового зображення на LCD-моніторі. Оскільки LEP-дисплей працює при низькій напрузі живлення (менше 3 V) і має малу вагу, його можна використовувати в портативних пристроях, що працюють від батарей.

LEP-дисплей має малий час перемикання (менше 1 мікросекунди), тому його можна використовувати для відтворення відеоінформації. Оскільки шар пластика дуже тонкий, можна використовувати спеціальні покриття для досягнення високої контрастності зображення навіть при сильному зовнішньому засвіченні.

Відеоадаптери.

У оригінальній моделі IBM PC на екрані монітора могла відобразитися тільки алфавітно-цифрова інформація. Перший відеоадаптер називався Monochrome Display and Parallel Printer Adapter (MDPPA), або MDA. Роздільна спроможність адаптера MDA дозволяла відображати на моніторі 720 крапок по ширині і 350 крапок (пікселів) по висоті екрану. Графічного режиму в адаптері передбачено не було, а алфавітно-цифрова інформація відображалася на екрані в 25 рядків по 80 символів в кожній.

Через всього декілька місяців після випуску першої моделі PC з MDA фірма IBM розробила відеоадаптер, який підтримував не тільки графічне зображення, але і кольори, що, до речі, особливо підкреслювалося навіть в його назві. Адаптер CGA (Color Graphics Adapter) забезпечував відображення чотирьох кольорів при роздільній спроможності 320x200 пікселів. Трохи пізніше стало зрозуміло, що графіка на CGA, навіть кольорова, не завжди задовольняє вирішуваним задачам, зокрема, із-за низької роздільної спроможності. Перший відеоадаптер для IBM PC, що в якійсь мірі відповідав цим потребам, був створений на фірмі Hercules в 1982 році. Цей адаптер HGC (Hercules

Graphics Card) підтримував на монохромному моніторі роздільну спроможність 720x350 крапок.

Новою розробкою фірми IBM став поліпшений графічний адаптер EGA (Enhanced Graphics Adapter), який з'явився на світ вже в 1984 році. Цей адаптер не тільки дозволяв повністю емулювати всі режими робіт попередніх адаптерів (MDA, CGA), але і, зрозуміло, мав інші додаткові можливості. Наприклад, при роздільній спроможності 640x350 пікселів він міг одночасно відтворювати 16 кольорів з палітри в 64 кольори (саме для цього адаптера використовувалися сигнали RrGgBb).

Відеоадаптер VGA (Video Graphics Array) був оголошений фірмою IBM ще в 1987 році, й повністю був сумісний з адаптером EGA, що забезпечило спадкоємність існуючого програмного забезпечення. Незабаром VGA став фактичним стандартом, що включає всі режими попередніх адаптерів і що розширює їх можливості по роздільній спроможності і кількості відтворних кольорів. Так, при використанні адаптера VGA забезпечується роздільна спроможність 640x480 пікселів і на екрані монітора може відтворюватися 16 кольорів. При роздільній спроможності 320x200 відеоадаптер VGA відтворював 256 кольорів — популярний режим ігрових програм.

Всі режими VGA, виключаючи графічні з дозволом 640x480 пікселів, використовують вертикальну розгортку з частотою 70 Гц, що істотно знижує мерехтіння екрану, що відчувається користувачем. Частота розгортки для режиму 640x480 крапок складає тільки 60 Гц. Основними вузлами VGA-адаптера є власне відеоконтролер (як правило, замовлена VIC-ASIC), відео-BIOS, відео пам'ять, спеціальний цифро-аналоговий перетворювач з невеликою власною пам'яттю (RAMDAC, Random Access Memory Digital to Analog Converter) кварцовий осцилятор (один або декілька) і мікросхеми інтерфейсу з системною шиною.

Після того, як стало ясно, що стандарт VGA практично повністю себе вичерпав, більшість незалежних розробників почали його покращувати як за рахунок збільшення роздільної спроможності і кількості відтворних кольорів, так і введення нових додаткових можливостей. Хоча всі виробники забезпечували сумісність своїх виробів з VGA, додатковими відео режимами і можливостями адаптери часто не співпадали, оскільки кожен вважав потрібним робити це по-своєму.

Зрозуміло, що вже саме поняття SVGA, не пов'язане жорстко з конкретними режимами роботи адаптера, вносило серйозну плутанину.

Асоціація VESA запропонувала свій стандарт на нові відео адаптери. Спочатку VESA рекомендувала використовувати режим з дозволом 800x600 крапок і підтримкою 16 кольорів як стандартний. Наступні - 256-кольорові режими з дозволом 640x480, 800x600 і 1024x768 крапок, а також 16-кольоровий режим з дозволом 1024x768 пікселів і так далі.

Сучасні відео адаптери дозволяють використовувати режим 1024x768 і вище використовуючи при цьому 24 і 32-бітовий колір (TrueColor). Для цього вони володіють великим об'ємом відео пам'яті від 4-16 Мбайт а також підтримують специфікацію 3Dfx, що дозволяє швидше відтворювати кольорні спецефекти.

На величину максимально підтримуючу монітором роздільну спроможність безпосередньо впливає частота горизонтальної розгортки електронного променя, вимірювана в kHz (Кілогерцах, кГц). Значення горизонтальної розгортки монітора показує, яке граничне число горизонтальних рядків на екрані монітора може прокреслити електронний промінь за одну секунду. Відповідно, чим вище це значення (а саме воно, як правило, указується на коробці для монітора) тим вищу роздільну спроможність може підтримувати монітор при прийнятній частоті кадрів. Гранична частота рядків є критичним параметром при розробці CRT монітора. У таких моніторах використовуються магнітні системи відхилення електронного променя, що є обмотками з досить великою індуктивністю. Амплітуда імпульсів перенапруження на котушках рядкової розгортки зростає з частотою рядків, тому цей вузол виявляється одним з самих напружених місць конструкції і одним з головних джерел перешкод в широкому діапазоні частот. Потужність, споживана вузлами рядкової розгортки, також є одним з серйозних чинників моніторів, що враховуються при проектуванні.

Частота регенерації або оновлення (кадрової розгортки для CRT моніторів) екрану це параметр, що визначає, як часто зображення на екрані наново перемальовується. Частота регенерації вимірюється в Hz (Герцах, Гц), де один Гц відповідає одному циклу в секунду. Наприклад, частота регенерації монітора в 100 Hz означає, що зображення оновлюється 100 разів в секунду. Мерехтіння зображення (flicker) приводить до стомлення очей головним болям і навіть до погіршення зору. Відмітимо, що чим більший екран монітора, тим більше помітно мерехтіння, особливо периферійним (бічним) зором, оскільки кут огляду

зображення збільшується. Значення частоти регенерації залежить від використовуваної роздільної здатності, від електричних параметрів монітора і від можливостей відеоадаптера. Мінімально безпечною частотою кадрів вважається 75 Hz, при цьому існують стандарти, що визначають значення мінімально допустимої частоти регенерації. Вважається, що чим вище значення частоти регенерації, тим краще, проте дослідження показали, що при частоті вертикальної розгортки вище 110 Hz очі людини вже не можуть відмітити ніякого мерехтіння. Нижче ми приводимо таблицю з мінімально допустимими частотами регенерації моніторів за стандартом TCO'99 для різної роздільної спроможності:

Таблиця 2. Характеристики моніторів

Діагональ монітора	Частота регенерації	Роздільна спроможність
14" - 15"	≥ 85 Hz	$\geq 800 \times 600$
17"	≥ 85 Hz	$\geq 1024 \times 768$
19"-21"	≥ 85 Hz	$\geq 1280 \times 1024$
> 21"	≥ 85 Hz	$\geq 1280 \times 1024$

Відмітимо, що у таблиці 2 приведені мінімально допустимі параметри, а рекомендована частота регенерації ≥ 100 Hz.

Щоб дізнатися настройки свого монітора, необхідно відкрити Панель управління – Екран.

Перейдемо до питання про стандарти безпеки. На сучасних моніторах можна зустріти наклейки з аббревіатурою TCO або MPRII. На дуже старих моделях зустрічаються ще і написи "Low Radiation", які насправді ні про що не говорять. Просто колись, виключно в маркетингових цілях, виробники з Південно-східної Азії привертали цим увагу до своєї продукції. Ніякого захисту подібний напис не гарантує.

Сертифікати TCO і MPRII.

Всі ми хоч раз чули про те, що монітори небезпечні для здоров'я. З метою зниження ризику для здоров'я різними організаціями були розроблені рекомендації по параметрах моніторів, слідуючи яким виробники моніторів борються за наше здоров'я. Всі стандарти безпеки для моніторів регламентують максимально допустимі значення електричних і магнітних полів створюваних монітором при роботі.

Практично в кожній розвиненій країні є власні стандарти, але особливу популярність у всьому світі (так склалося історично) завоювали стандарти, розроблені в Швеції і відомі під іменами TCO і MPRII. Розповімо про них докладніше.

TCO.

«TCO (The Swedish Confederation of Professional Employees, Шведська Конфедерація Професійних Колективів Робочих), членами якої є 1,3 мільйонів Шведських професіоналів, організаційно складається з 19 об'єднань, які працюють разом з метою поліпшення умов роботи своїх членів. Ці 1,3 млн. членів представляю широкий спектр робочих і службовців з державного і приватного сектора економіки.

Вчителі, інженери, економісти, секретарі і няньки лише небагато з груп, які всі разом формують TCO. Це означає, що TCO відображає великий зріз суспільства, що забезпечує їй широку підтримку».

Це була цитата з офіційного документа TCO. Річ у тому, що більше 80% службовців і робочих в Швеції мають справу з комп'ютерами, тому головне завдання TCO це розробити стандарти безпеки при роботі з комп'ютерами, тобто забезпечити своїм членам і всім іншим безпечно і комфортно робоче місце. Окрім розробки стандартів безпеки, TCO бере участь в створенні спеціальних інструментів для тестування моніторів і комп'ютерів.

Стандарти TCO розроблені гарантувати користувачам комп'ютерів безпечну роботу. Цим стандартам повинен відповідати кожен монітор, що продається в Швеції і в Європі. Рекомендації TCO використовуються виробниками моніторів для створення якісніших продуктів, які менш небезпечні для здоров'я користувачів. Суть рекомендацій TCO полягає не тільки у визначенні допустимих значень різного типу випромінювань, але і у визначенні мінімально прийнятних параметрів моніторів, наприклад підтримуваних роздільну спроможність, інтенсивності свічення люмінофора, запас яскравості, енергоспоживання, галасливість і т.ін. Більш того, окрім вимог в документах TCO приводяться докладні методики тестування моніторів. Деякі документи і додаткову інформацію можна знайти на офіційному сайті TCO: tco-info.com

До складу розроблених ТСО рекомендацій сьогодні входять три стандарти: ТСО'92, ТСО'95 і ТСО'99, неважко здогадатися, що цифри означають рік їх ухвалення.

Більшість вимірювань під час тестувань на відповідність стандартам ТСО проводяться на відстані 30 см від екрану, і на відстані 50 см навколо монітора. Для порівняння під час тестування моніторів на відповідність іншому стандарту МРПІІ всі вимірювання проводяться на відстані 50 см від екрану і навколо монітора. Це пояснює те, що стандарти ТСО жорсткіші, ніж МРПІІ.

Стандарт ТСО'92 був розроблений виключно для моніторів і визначає величину максимально допустимих електромагнітних випромінювань при роботі монітора, а так само встановлює стандарт на функції енергозбереження моніторів. Крім того, монітор, сертифікований ТСО'92, повинен відповідати стандарту на енергоспоживання NUTEK і відповідати Європейським стандартам на пожежну і електричну безпеку.

Стандарт ТСО'95 розповсюджується на весь персональний комп'ютер, тобто на монітор, системний блок і клавіатуру і стосується ергономічних властивостей, випромінювань (електричних і магнітних полів, шуму і тепла), режимів енергозбереження і екології (з вимогою до обов'язкової адаптації продукту і технологічного процесу виробництва на фабриці). Відмітимо, що в даному випадку термін "персональний комп'ютер" включає робочі станції, сервери, настільні і підлогові комп'ютери, а також комп'ютери Macintosh.

Стандарт ТСО'95 існує разом з ТСО'92 і не відміняє останній.

ТСО'99 пред'являє жорсткіші вимоги, ніж ТСО'95 у наступних областях: ергономіка (фізична, візуальна і зручність використання), енергія, випромінювання (електричних і магнітних полів), навколишнє середовище і екологія, а також пожежна і електрична безпека. Стандарт ТСО'99 розповсюджується на традиційні CRT монітори, плоско панельні монітори (Flat Panel Displays), портативні комп'ютери (Laptop і Notebook), системні блоки і клавіатури.

У розробці стандарту ТСО'99 взяли участь ТСО, Naturskyddsforeningen і Statens Energimyndighet (The Swedish National Energy Administration, Шведське Національне Агентство по Енергетиці). Екологічні вимоги включають обмеження на присутність важких металів, бромінатів і хлоринатів, фреонів (CFC) і хлорованих речовин усередині матеріалів.

Будь-який продукт повинен бути підготовлений до переробки, а виробник зобов'язаний мати розроблену політику по утилізації, яка повинна виконуватися в кожній країні, в якій діє компанія. Вимоги по енергозбереженню включають необхідність того, щоб комп'ютер і/або монітор після певного часу бездіяльності знижували рівень споживання енергії на одну або більш ступенів. При цьому період часу відновлення до робочого режиму споживання енергії, повинен влаштовувати користувача.

MPRII

Це ще один стандарт, розроблений в Швеції, де уряд і неурядові організації дуже сильно піклуються про здоров'я населення країни. MPRII був розроблений SWEDAC (The Swedish Board for Technical Accreditation) і визначає максимально допустимі величини випромінювання магнітного і електричного полів, а також методи їх вимірювання. MPRII базується на концепції про те, що люди живуть і працюють в місцях, де вже є магнітні і електричні поля, тому пристрої, які ми використовуємо, такі як монітор для комп'ютера, не повинні створювати електричні і магнітні поля, більші ніж ті, які вже існують. Відмітимо, що стандарти ТСО вимагають зниження випромінювань електричних і магнітних полів від пристроїв на стільки, наскільки це технічно можливо, незалежно від електричних і магнітних полів тих, що вже існують навколо нас. Втім, ми вже відзначали, що стандарти ТСО жорсткіші, ніж MPRII.

Персональний комп'ютер є цілком самостійним пристроєм, в якому є все необхідне для автономного життя. Проте життя комп'ютера було б неповноцінним і досить даремним без такого простого з вигляду пристрою, як принтер.

Користувачів комп'ютерів, як правило, хвилює вже не тільки питання, яку саме модель принтера придбати, але і не менш важливі проблеми, пов'язані, наприклад, з постійною наявністю витратних матеріалів у фірми-продавця, можливістю використання кирилических шрифтів, подальшим сервісним обслуговуванням друкуючих пристроїв і т.ін. І це цілком правомірно.

5.2.2 Напрямки розвитку моніторів.

Висока роздільна здатність (роздільна здатність 4К, 5К, 8К): сучасні монітори пропонують велику кількість пікселів, що забезпечує

неймовірно яскраве та деталізоване зображення. Завдяки цьому, вони стають ідеальними для професійного графічного дизайну, відеомонтажу, а також для споживачів, які цінують високу якість відтворення відео та фотографій (рис. 26)



Рисунок 26 – Роздільна здатність моніторів

Висока частота оновлення (монітори з частотою оновлення 120 Гц, 144 Гц і більше): геймери та фанати відеоігор вимагають монітори з високою частотою оновлення для плавного та швидкого геймплею. Ці монітори також стають дедалі популярнішими для ігрових консолей нового покоління (рис. 27).

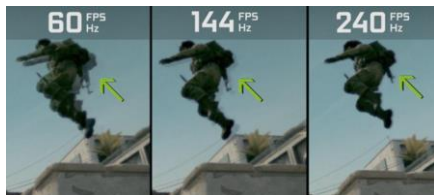


Рисунок 27 – Частота оновлення зображення

HDR (високий динамічний діапазон): монітори з підтримкою HDR забезпечують більш яскраві та контрастні кольори, що робить відтворення відео та ігор більш реалістичним та вражаючим.



Рисунок 28 – Монітор з підтримкою HDR



Рисунок 31 – Безрамковий дизайн моніторів

5.2.3 Технології відображення на моніторах та їх специфікація

Технології відображення для ігор

Геймери шукають дисплеї з високою частотою оновлення та малим часом відгуку для плавного та чутливого ігрового процесу. Наступні технології відображення найкращі в іграх:

- OLED (органічний світловипромінюючий діод): OLED-дисплеї пропонують чудову контрастність і яскраві кольори, покращуючи візуальну насиченість під час ігрових сесій;

- QLED (Quantum Dot LED): технологія QLED забезпечує точні кольори та яскравість, що робить її ідеальною для змагальних ігор і захоплюючих вражень;

- AMOLED (органічний світловипромінюючий діод з активною матрицею): дисплеї AMOLED забезпечують швидку реакцію пікселів і глибокі чорні відтінки, мінімізуючи розмиття під час швидких ігор.

Технологія відображення для фільмів.

Кінолюбителі жадають захоплюючих зображень і кінематографічних вражень. Найкращі технології відображення фільмів:

- OLED (органічний світловипромінювальний діод): OLED-дисплеї відтворюють справжні чорні кольори, покращуючи сцени фільмів із високою контрастністю та глибиною;

- 4K UHD (надвисока чіткість): екрани 4K UHD пропонують виняткову роздільну здатність, забезпечуючи чітке та чітке відображення кожної деталі фільму;

- HDR (розширений динамічний діапазон): технологія HDR покращує колір і яскравість, оживляючи кіносцени з яскравими зображеннями.

Технології відображення для графічного дизайну

Графічні дизайнери вимагають точного відтворення кольорів і точного візуального представлення. Наступні технології відображення призначені для графічного дизайну:

- IPS (In-Plane Switching): IPS-дисплеї пропонують широкі кути огляду та точне відтворення кольорів, що має вирішальне значення для завдань дизайну, важливих для кольору;

- колірні гама Adobe RGB і sRGB: монітори з широкими колірними гаммами забезпечують точне зіставлення кольорів під час проектування;

- можливості калібрування: монітори з параметрами калібрування дозволяють дизайнерам точно налаштувати точність кольору відповідно до своїх уподобань.

Технології відображення для продуктивності.

Орієнтовані на продуктивність дисплеї підвищують ефективність роботи та можливості багатозадачності. Рекомендовані технології відображення для продуктивності включають:

- ультраширокі монітори: ультраширокі дисплеї пропонують розширену площу екрана, що робить їх ідеальними для багатозадачності та керування кількома вікнами;

- налаштування двох моніторів: використання двох моніторів підвищує продуктивність, дозволяючи користувачам працювати над різними завданнями одночасно;

- вигнуті дисплеї: вигнуті екрани зменшують навантаження на очі та створюють захоплюючий робочий простір, покращуючи концентрацію під час тривалої роботи.

Все це надає зручності залежно від мети використання.

Монітори є важливою складовою нашого цифрового світу, і їхній розвиток продовжується з кожним роком. Вони стають все більшими, яскравішими, функціональними та зручними для користувачів. Технологічні досягнення в сфері відображення забезпечують неймовірну роздільну здатність, якість зображення та можливості для геймерів, професіоналів у сфері дизайну та звичайних користувачів.

З появою нових технологій, майбутнє обіцяє ще більше захоплюючих можливостей для користувачів. Одночасно з цим, розвиток моніторів покладає великий акцент на цифрове здоров'я та зелені технології, щоб забезпечити комфорт та сталість користування.

Монітори впливають на наше щоденне життя, надаючи можливість працювати, навчатися та розвиватися, і їхній постійний розвиток допомагає нам досягати нових висот в цифровому світі.

5.3 CD-диски

CD диск (Compact Disc) є одним з найпоширеніших форматів оптичних дисків, які використовуються для зберігання, відтворення і передачі цифрової інформації. Вперше CD диски були представлені компанією Philips і Sony у 1982 році і швидко стали популярними завдяки своїй високій якості звуку та здатності зберігати значну кількість даних.

Основна особливість CD диска полягає в його конструкції. Він складається з пластикового диска діаметром 120 мм і товщиною 1,2 мм. На поверхню диска нанесений тонкий металевий шар, який відповідає за зберігання і передачу даних. Цей шар часто виготовляється з алюмінію або золота.

Інформацію на CD диску кодують у вигляді мікроскопічних ямок і плоских областей, які представляють біти даних. Для читання даних з диска використовується лазерний промінь, який відбивається від металевого шару диска. Зміна відбитого променя дозволяє зчитати інформацію, яка була закодована на диску.

У залежності від типу і використання, існує кілька різних форматів CD дисків. Наприклад, CD-Audio використовується для запису та відтворення аудіозаписів, CD-ROM - для зберігання даних, CD-R - для запису інформації один раз, а CD-RW - для запису і перезапису даних.

CD диски використовуються в різних галузях, включаючи музику, кіно, комп'ютерні програми та інші мультимедійні додатки. Вони забезпечують високу якість звуку і відео, а також можуть зберігати велику кількість інформації. У деяких випадках, зокрема в комп'ютерній сфері, CD диски поступово замінюються більш сучасними форматами, такими як DVD і Blu-ray.

CD диски стали значним кроком у розвитку цифрової технології і продовжують використовуватися як надійний та поширений засіб зберігання і передачі інформації.

Історія винаходу CD технології.

Україна – перша, хто розробив компакт диск? Перший прообраз сучасного компакт-диску було розроблено у середині 60-х років ХХ століття, аспірантом Київського інституту кібернетики Петровим В'ячеславом Васильовичем на основі скляної підкладки. В Україні виробництво компакт-дисків почало розгортатися у середині 90-х років минулого століття. Активну участь у цьому процесі взяли компанії, які входили до складу АК «Росток». Організація випуску нового виду продукції, вимагала вибору таких технологічних рішень, які б забезпечували як виготовлення компакт-дисків високої якості та можливості переходу до випуску нових видів компакт-дисків, так і виробництво конкурентно-здатної, доступної за ціною для мешканців України, продукції. Випуск вітчизняних компакт-дисків було розпочато з освоєння технології інжекційного лиття підкладок компакт-дисків та пристосування її до наявних умов виготовлення виробів з полімерних матеріалів.

У 2014 році, вчені Інституту проблем реєстрації інформації при Національній академії наук України (НАНУ), у співпраці з Інститутом монокристалів НАНУ, розробили сапфірові оптичні диски, інформація на яких може зберігатися десятки тисяч років. Причина, чому вибрали сапфір у якості матеріалу для розробки оптичні диски крилася у його фізико-хімічних властивостях: висока температура плавлення (2000 С), твердість, що поступається твердості алмазу, витривалість. Він підходить для використання в екстремальних умовах у військовій, науковій та цивільній сферах, де матеріал працює тривалий час і не змінює свої властивості. Завдяки таким властивостям, інформація, що записана на цьому диску може зберігатися набагато довше ніж у інших носіях інформації. Українським науковцям вдалося створити оптику, яка компенсує поляризаційні спотворення сапфіру та дає можливість, крізь сапфірову підкладку, записувати і зчитувати інформацію з максимально допустимою для оптики щільністю (рис.32). Для реалізації цієї ідеї, не потрібно було створювати нові технології, тому вдалося за короткий термін випустити перший оптичний диск на сапфірі. Його діаметр 80 мм, щільність запису відповідає стандартному диску CD-ROM і на його поверхні записується 210 Мбайт даних. Планується здійснити запис і зберігання інформації на дисках діаметром не лише 80 мм, а й 120 мм (стандарт CD).

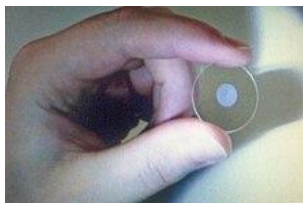


Рисунок 32 – Сапфіровий компакт-диск

Технологія виготовлення CD дисків.

Опис покрокового процесу виготовлення CD-дисків:

- мастеринг- процес підготовки даних для запуску в серію;
 - виготовлення матриці. З майстер-копії створюється скляна матриця. Процес полягає у покритті майстер-копії тонким шаром спеціального фоточутливого матеріалу, який витверджується під впливом ультрафіолетового світла. Після цього матриця промивається, щоб видалити невитверджений матеріал, залишаючи лише вибиту структуру даних;
 - запис інформації. Запис проводиться лазерним променем, потужність якого модулюється записуваною інформацією. Для створення піта (поглиблення на інформаційному рельєфі компакт-диску, що представляє собою неперервну спіральну доріжку, що починається у більшості випадків від центру і складається з послідовності поглиблень) потужність лазера збільшується, що призводить до руйнування хімічних зв'язків молекул фоторезиста, в результаті чого він «задубіває»;
 - проявка фоторезисту. Поверхня фоторезисту піддається травленню (кислотному, лужному, плазмовому), при якій видаляються ті області фоторезисту, які не були експоновані лазерним променем;
 - гальванопластика. Проявлений скляний майстер-диск міститься у гальванічній ванні, де на його поверхню проводиться електролітичне осадження тонкої плівки нікелю;
 - штампування дисків методом лиття під тиском з використанням отриманого штаму;
 - напилення дзеркального металічного (алюміній, срібло, золото і інші) шару на інформаційний шар;
 - нанесення захисного лаку;
 - нанесення графічного зображення- лейбла.
- Використання матеріалів та шарів диску:

- полікарбонатний шар – це прозорий пластиковий шар, який служить основою диска. Як видно з назви, цей шар виготовлений з полікарбонату і має високу прозорість, міцність і стійкість до пошкоджень. Полікарбонатний шар захищає від подряпин і забезпечує правильне читання і запис інформації;

- рефлексивний шар – це тонкий металевий шар, який розташований на задній стороні полікарбонатного шару. Матеріал, що використовується для нанесення цього шару- найчастіше алюміній. Рефлексивний шар відповідає за відбивання світла, яке використовується при читанні даних з диска. Це світло відбивається від рефлексивного шару і зчитується пристроєм для читання CD;

- фоточутливий шар – цей шар містить оптичні ямки і барозападини, які представляють собою кодовану інформацію на диску. Фоточутливий шар зазвичай виготовлений з органічного матеріалу, такого як акрилова смола або полімер. Під час процесу запису даних на диск, лазер промінь під впливом тепла індукує зміни у фоточутливому шарі, що відображаються як ямки та барозападини;

- захисний лак – на верхній стороні диска наноситься захисний лак, який захищає фоточутливий шар від подряпин і забруднень. Цей лак також може мати антистатичні властивості, щоб запобігти заряджанню диска статичною електрикою (рис. 33)

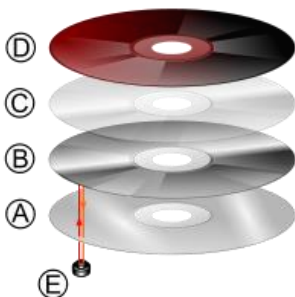


Рисунок 33 – Схема шарів CD

A– Шар полікарбонатного диска містить дані, закодовані за допомогою земель і ямок.

B – Відбиваючий шар відбиває лазер назад. C– Для запобігання окисленню використовується шар лаку. D – Ілюстрація надрукована трафаретним друком у верхній частині диска. E – Лазерний промінь зчитує полікарбонатний диск, відбивається назад і зчитує програвач.

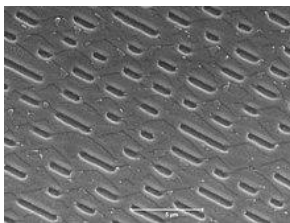


Рисунок 34 – Фото углублень, видавлені на полікарбонатній основі

Типи CD дисків.

CD-Audio (Compact Disc Digital Audio) є форматом зберігання та відтворення аудіоінформації на компакт-дисках. Цей формат був розроблений компанією Sony та компанією Philips і став стандартом для аудіо-CD.

CD-Audio використовує безстислий аудіоформат PCM (Pulse Code Modulation) для цифрового запису звуку. Звукові сигнали аналогового аудіо конвертуються в цифровий формат і записуються на CD диск у вигляді серії зразків (семплів), які представляють амплітуду звуку на певному моменті часу.

Частота дискретизації CD-Audio становить 44,1 кГц. Ця частота була вибрана з метою відтворення широкого діапазону аудіофайлів і задоволення вимог якості звуку.

Звуковий сигнал на CD-Audio записується з розширенням бітів 16 біт.

CD-Audio підтримує стереофонічний звук, що дозволяє записувати та відтворювати звукові сигнали з двох каналів - лівого та правого. Це дозволяє створювати просторовий звуковий ефект.

CD-Audio може зберігати до 74 хвилин аудіозапису на одному диску. Формат CD-Audio став популярним серед споживачів та музичних виконавців, оскільки забезпечує високу якість звуку та широку сумісність з різними програвачами CD.

Важливо відзначити, що CD-Audio є одним із форматів, які можна записувати на CD диски.

CD-ROM розшифровується як Compact Disk Read Only Memory, що перекладається приблизно як: компакт диск для зчитування пам'яті (інформації). Диск може використовуватися не тільки для зберігання музики, а й для зберігання цифрових даних таких як, текстові файли, зображення, відео, програми тощо.

Тип CD-ROM має такі характеристики:

- має ємність 650 чи 750 Мб (Мегабайт);

використовує файлову систему ISO 9660, яка є стандартом для формату CD-ROM;

- дані на CD-ROM записуються за допомогою лазерного променя;

CD-ROM диски використовувались для розповсюдження програмного забезпечення, комп'ютерних ігор, відео, музики та інших даних.

CD-R розшифровується як Compact Disk-Recordable-зчитуваний компакт диск. «Фішка» цього типу компакт диску є те, що записати дані на цей диск можна тільки один раз. Тобто після запису даних на цей тип диску виникає неможливість перезапису і зміни даних. Це пояснюється тим, що після записування даних на CD-R диск, піти стають постійними і не можуть бути змінені чи видалені.

Ємність CD-R диску варіюється від 700 до 800 Мб. Диски такого типу зазвичай мають сумісність з багатьма CD/DVD програвачами та приводами на комп'ютерах. Це дозволяє легко відтворювати дані, записані на CD-R диску на різних пристроях. CD-R диски широко використовуються для створення музичних аудіо-CD, збереження даних, резервного копіювання файлів та поширення вмісту. Вони є доступними, відносно недорогими та надійними засобами зберігання даних, які можуть бути збережені на тривалий час.

CD-RW розшифровується як Compact Disk-ReWritable-перезаписуваний компакт диск. На відміну від CD-RW має можливість видаляти і записувати дані повторно.

Основні риси CD-RW:

- запис та перезапис: CD-RW диск має спеціальний шар, який складається з фазових змінних матеріалів. Під час записування на CD-RW диск, лазер променю використовується для зміни фази матеріалу, що дозволяє створювати піти та приподнімання. Цей процес може бути повторений для перезапису даних на диск багато разів.

- видалення даних: крім перезапису, CD-RW диск також дозволяє видалити дані з диска. Це досягається за допомогою процесу видалення, який використовує лазерний промінь для зміни фази матеріалу назад, що забирає піти та приподнімання, і дозволяє повторно використовувати диск для запису нових даних.

- сумісність: багато CD/DVD програвачів та приводів на комп'ютерах підтримують CD-RW диски. Однак, варто враховувати, що деякі старіші або більш дешеві програвачі можуть не підтримувати формат CD-RW.

- ємність: поширені ємності включають 700 MB та 800 MB, а також більші ємності для деяких форматів DVD-RW.

Інші типи дисків CD.

Shape CD- це диск CD-ROM, який не має строго круглої форми. Її форми дуже незвичні, існують варіації від форми прямокутника до форми диску «болгарки». Зазвичай використовується у шоу-бізнесі як носій аудіо- та відеоінформації. Був запатентований рекорд-продюсером Маріо Коссом в Німеччині у 1995 році. Диски, що не мають звичної круглої форми, не рекомендують використовувати у приводах CD-ROM, оскільки при високих швидкостях обертання диск може луснути і повністю вивести з ладу привод. Тому при вставленні диску Shape CD рекомендують за допомогою спеціальних програм обмежити швидкість обертання. Хоча і ця дія не забезпечує гарантію безпеки CD-приводу (рис. 35).



Рисунок 35 – Різні форми диску Shape CD

Структура CD дисків.

CD диск має певну структуру, яка включає різні секції та зони для збереження інформації.

Основні компоненти структури CD диска включають:

- Lead-in: це початкова секція диска, що містить службову інформацію, таку як ідентифікатор диска, таблицю вмісту та інші метадані. Ця секція розташовується на початку диска і відтворюється перед першим треком;

- треки: CD диск складається з великої кількості треків, які містять аудіо- або даний матеріал. Кожен трек починається зі спеціальної секції, в

якій міститься інформація про тривалість треку, аудіоформат та інші параметри;

- розділові сектори: кожен трек CD диска поділяється на розділові сектори, які містять фіксовану кількість байтів інформації. Ці сектори використовуються для запису даних і зчитування з диска. Зазвичай, кожен сектор має розмір 2352 байти, включаючи аудіо-дані та службову інформацію;

- Lead-out: це остання секція диска, яка розташовується після останнього треку. Вона містить службову інформацію, що вказує на кінець диска. При відтворенні диск доходить до цієї секції і завершує відтворення.

Переваги і недоліки CD технології.

Переваги:

- великий обсяг даних на свій час (500-800 Мбайт для CD), простота їх транспортування і поширення; багато CD/DVD програвачів та комп'ютерних приводів підтримують CD-технологію;

- за умови правильного зберігання, дані на CD дисках можуть зберігатися протягом декількох десятиліть;

- CD диски є відносно доступними і дешевими засобами зберігання порівняно з іншими носіями, як флеш-накопичувачі чи жорсткі диски.

Недоліки:

- диски типу CD-R мають одноразове використання, типу «один раз записав- далі не можеш». У дисках типу CD-RW справа трохи краща, та все ж є недолік. Недолік полягає у обмеженому кількості циклів перезаписування. Це робить їх менш гнучкими для зміни та видалення даних порівняно з іншими носіями, такими як флеш-накопичувачі або зовнішні жорсткі диски;

- CD диски вразливі до подряпин, пилу та забруднень, які можуть вплинути на якість читання і відтворення інформації. В свою чергу ці фактори можуть призвести до втрати або пошкодження даних;

- хоча CD диски мають значну ємність, вони не можуть конкурувати з великою ємністю сучасних носіїв, таких як зовнішні жорсткі диски та інші;

- CD-технологія вперше запроваджена в 1982 році, і вона стала менш популярною з появою більш сучасних носіїв, таких як флеш-накопичувачі та хмарні сховища. Це означає, що вона може бути менш зручною або несумісною з деякими новішими пристроями та технологіями.

5.4 CD-програвачі та CD-ROM приводи

CD-програвач або CD-плеєр – пристрій, що здатен відтворювати цифрові оптичні диски формату CD. Існують стаціонарні (зникли з продажу) і кишенькові CD-програвачі. Через невелике енергоспоживання усі кишенькові CD-програвачі живляться від батарейок. CD-програвачі призначені для відтворення аудіо-CD. Вони мають оптичний привід, що зчитує аудіодоріжки на CD-диску і передає звуковий сигнал через аналогові або цифрові виходи до підключеного аудіосистеми або навушників. CD-програвачі можуть мати різні функції, такі як відтворення, пауза, перемотка, програмування треків тощо.

CD-ROM приводи (Compact Disc Read-Only Memory) призначені для читання CD-дисків, які містять дані, такі як програмне забезпечення, відео, аудіо, фотографії тощо. Вони можуть бути вбудовані в комп'ютери або підключатися як зовнішні пристрої через інтерфейси, такі як USB або SATA. CD-ROM приводи використовують лазерний промінь для сканування поверхні CD-диска та читання інформації, яка зберігається у вигляді бінарних даних.

CD-ROM приводи також можуть мати можливість записувати дані на CD-R (CD-Recordable) або CD-RW (CD-Rewritable) диски. Це дозволяє користувачам створювати свої власні CD з даними, музикою або відео.

CD-програвач працює за допомогою оптичної технології, що використовується для зчитування інформації, збереженої на CD-диску.

Основні кроки, які відбуваються під час роботи CD-програвача:

- зчитування даних: CD-диск містить виробниче зображення (промінь) та багато малих ямок (піти), які представляють бінарні дані. Ямки і плоскі поверхні відбивають світло по-різному. Лазерний промінь, що випромінюється CD-програвачем, направляється на поверхню CD-диска;

- відбивання променя: лазерний промінь відбивається від поверхні CD-диска. Якщо промінь падає на піт, він розсіюється, інакше він відбивається від плоскої поверхні;

- детектування сигналу: фотодетектор, розташований в CD-програвачі, сприймає відбите світло. Якщо промінь відбивається від піта, фотодетектор реагує на зміну інтенсивності світла. Цей сигнал перетворюється на електричний сигнал;

- декодування даних: електричний сигнал, що отримується в результаті детектування світла, проходить через процес декодування. Сигнал розбивається на біти і перетворюється на цифрові дані;

- відтворення аудіо або даних: цифрові дані, отримані з CD-диска, передаються на аудіовихід CD-програвача або на комп'ютер для подальшого відтворення аудіо або читання даних.

На рисунку 36 зображено будову CD/DVD програвача.



Рисунок 36 – Побудова CD/DVD програвача.

1– основний блок живлення. 2 – основна плата, де знаходяться процесор, драйвер лазера і серво приводів, вузол обробки відео і аудіо тощо. 3– плата індикації і управління.

4 – привід. Складається з лазерної головки і механізму її переміщення, механізму вивантаження/завантаження диска і двигуна шпинделя. 5– блок роз'ємів входів/виходів.

Майбутнє CD технології – це заміна CD дисків новими форматами. На сьогоднішній день, CD технології вважаються застарілою, оскільки з'явилися більш ефективні, продуктивні і зручніші носії даних.

Проте є кілька майбутніх напрямів розвитку CD технологій, які можуть включати:

- Blu-ray. Blu-ray-це наступне покоління оптичних дисків, яке з'явилося після CD і DVD. Він має більшу ємність (одношаровий може містити 25 Гб інформації, двошаровий- 50 Гб), що дозволяє зберігати високі обсяги даних, включаючи відео високої чіткості (з роздільною здатністю 1920x1080) і дані з підвищеною щільністю;

- Holographic Versatile Disc. Holographic Versatile Disc (HVD) перекладається як голографічний багатоцільовий диск. Це перспективна технологія виробництва оптичних дисків що припускає значно збільшити обсяг збережених на диску даних у порівнянні з Blu-Ray і HD DVD за рахунок тривимірних голографічних зображень. Передбачувана інформаційна ємність цих дисків становить до 3,9 Тб (Терабайт), що порівнювано з 6000 CD або 830 DVD. Швидкість передачі даних- 1 Гбіт/сек.

Розвиток цифрових носіїв даних є невідминним процесом, що відбувається на протязі останніх десятиліть.

Прикладами цифрових носіїв є:

- флеш-накопичувачі. Флеш-накопичувач – це носій інформації, що використовує флеш пам'ять для збереження даних та підключається до комп'ютера чи іншого пристрою через USB-порт;

- SSD-накопичувач. SSD розшифровується як Solid State Drive-твердотілий накопичувач. Це комп'ютерний запам'ятовувальний пристрій на основі мікросхем пам'яті та контролера керування ними, що не містить рухомих механічних частин. Вони використовують флеш-пам'ять для зберігання і доступу до даних. SSD-накопичувачі мають велику швидкість передачі даних, швидкий доступ до інформації та надійну роботу. Розвиток SSD-накопичувачів включає збільшення ємності, покращення швидкості та зниження вартості;

- хмарне сховище. Хмарне сховище — це модель збереження даних у комп'ютері, в якій цифрові дані накопичуються в логічні пули, а фізичне зберігання охоплює кілька серверів (зазвичай у кількох місцях). Хмарне сховище дозволяє зберігати дані на віддалених серверах і отримувати до них доступ через Інтернет. Це забезпечує велику мобільність та зручність, оскільки дані можна отримати з будь-якого пристрою з підключенням до Інтернету. Розвиток хмарних технологій включає збільшення ємності сховищ, покращення безпеки та швидкості передачі даних.

CD диски були одним із перших цифрових носіїв, що використовувалися для зберігання і відтворення аудіо- та відеофайлів. Однак, з розвитком технологій і появою нових цифрових носіїв, використання CD дисків зменшилася. Це спричинено низкою таких причин:

- цифрові формати такі як MP3, цифрові магазини музики і інші стали віддалятися від фізичних носіїв такі як CD диски. Цифрові формати дозволяють зручно зберігати, передавати і відтворювати музику без необхідності мати CD диск;

- ємність CD дисків стала вже недостатньою для зберігання даних, такі як фото- та відеохроніки, музика та ін. У порівнянні з сучасними цифровими носіями такими як флеш-накопичувачі чи хмарні сховища, ємність CD дисків здаються малими, щоб тримати дані в них;

- поява таких онлайн музичних платформ як Spotify зводять на ні зберігання та програвання музики у CD дисках;

- на сьогоднішній день, наявність CD/DVD програвачів у комп'ютері може здивувати нове покоління. Вже давно при виробленні ноутбуків та комп'ютерів не додають у їх комплектацію програвачі для CD дисків;

- технологічний прогрес по зберіганню даних ступив на крок вперед. Нові формати, такі як Blu-ray, флеш-накопичувачі та хмарні сховища, надають більшу ємність, швидкість та зручність у порівнянні з CD-дисками.

5.5 Принтери

Особливу увагу приділимо технології кольорових друкуючих пристроїв. Відмітимо, що виведення монохромного зображення на цих пристроях також можливе. Але перш ніж безпосередньо перейти до опису технологій кольорових принтерів, коротко нагадаємо принцип роботи інших поширеніших і доступніших пристроїв - моніторів.

Як відомо, більшість сучасних настільних комп'ютерів використовують монітори на базі електронно-променевого трубок (ЕПТ). За принципом дії подібні монітори мало чим відрізняються від звичайного телевізора: пучок електронів, що випускається електродом (електронною гарматою), потрапляючи на екран, покритий люмінофором, викликає його свічення. Відмітимо, що будь-яке текстове або графічне зображення на екрані монітора комп'ютера (як, втім, і телевізора) складається з безлічі дискретних точок люмінофора, що іменуються також пікселями (pixel - picture element). Тому такі дисплеї називають ще растровими. У разі кольорового монітора є вже три електронні гармати з окремими схемами

управління, а ні поверхня екрану нанесений люмінофор трьох основних кольорів: R (Red, червоний), G (Green, зелений), B (Blue, синій). Ці кольори називаються звичайно первинними, оскільки шляхом складання відповідної їх кількості можна одержати будь-який інший колір. Тому така модель кольороутворення називається аддитивною (addition - складання), або RGB.

Принтери, здатні виводити графічну інформацію, є, взагалі кажучи (так само як і згадувані вище монітори), растровими пристроями. Проте працюють вони вже з іншими первинними кольорами і використовують відповідно іншу модель кольороутворення- субтрактивну (subtraction - віднімання). Це, взагалі кажучи, може створювати великі проблеми при виведенні інформації з екрану на принтер, оскільки не завжди досягається повна відповідність кольорів. Для цього звичайно служить спеціальне програмне забезпечення. Проте даної проблеми ми поки торкатися не будемо.

Отже, первинними кольорами для кольорових принтерів є зелено-блакитний (Cyan), світло-червоний (Magenta) і жовтий (Yellow). Накладення двох з цих первинних кольорів в даному випадку дає червоний, зелений або блакитний колір. Змішення всіх трьох первинних кольорів субтрактивною моделі дає чорний колір. У деяких принтерах для отримання істинно чорного кольору використовується окремий чорний фарбник (black), тому дана модель кольороутворення називається також CMY або CMYK.

Пояснимо, чому, власне, розрізняються моделі кольороутворення для моніторів і принтерів. Нагадаємо, що наші очі є складною оптичною системою, яка сприймає випромінюване або вже відображене від освітлюваних предметів світло, зрозуміло, якщо вони самі його не випромінюють. Колір, як відомо, визначається довжиною хвилі електромагнітного випромінювання, певний частотний спектр якого і представляє для нас видиме світло. Тепер неважко зрозуміти, що нанесені на екран точки люмінофора сприймаються саме того кольору, який вони і випромінюють. Фарбник же, нанесений на папір, навпаки, діє як фільтр, поглинаючи (віднімаючи!) одні і відображаючи інші довжини електромагнітних хвиль. Нагадаємо також, що насиченість кольору (рожевий, червоний, пурпурний) залежить від кількості білого кольору. Таким чином, проміжні кольори при виведенні зображення, наприклад,

рожевого, виходять, як правило, шляхом пропуску (недруку) декількох крапок.

Власне, це звичайний підхід, пов'язаний з растриванням зображення (dithering). Тобто в цьому випадку відтінки відповідного кольору виходять шляхом угруповання декількох точок зображення в псевдопіксели розміром 2x2, 3X3 і більш крапок. Відношення кількості кольорових крапок до білих і визначає рівень насиченості кольору.

Тепер скажемо пару слів про папір, який використовується для кольорових друкуючих пристроїв. Багато фірм - виробники кольорових принтерів декларують можливість друку на звичайному гладкому (або рівному) папері - plain paper. Мабуть, не існує однозначної відповіді на питання, що це за папір. Зрозуміло, багато що залежить від його якості, ступеня обробки, ваги і навіть кольору. У багатьох користувачів даний вид паперу асоціюється із звичайним офісним папером загального призначення, який часто використовується для ксерокопіювання. Проте за виключенням тільки одного - двох типів принтерів, що використовують спеціальну технологію (про це трохи нижче), всі інші для якісного виведення зображення вимагають спеціальний офісний (конторський) папір або спеціальний папір для принтерів. Останній вид паперу звичайно використовується при монохромному лазерному друці. Збільшений рельєф поверхні цих трьох видів паперу приведений на рисунку 3.

На сьогодні широко застосовується шість технологій для кольорового друку. Вони реалізуються в ударних («голкових») матричних принтерах (dot matrix), в струменевих принтерах з рідким чорнилом (liquid ink- jet), в принтерах з термопереносом воскової мастики (thermal wax transfer), в принтерах з термосублимацією фарбника (dye sublimation), у струменевих принтерах із зміною фази фарбника (phase-change ink-jet) і в кольорових лазерних принтерах (colour laser).

Dot Matrix.

Як відомо, ідея матричних друкуючих пристроїв полягає в тому, що необхідне зображення відтворюється з набору окремих крапок, що наносяться на папір тим або іншим способом. Нагадаємо також, що практично всі друкуючі пристрої (за винятком, мабуть, сторінкових) можуть бути ударними (impact) і ненаголошеними (non-impact). Принцип роботи кольорових ударних матричних принтерів полягає в тому, що вертикальний ряд (або два ряди) голок «вбиває» фарбник із стрічки прямо

в папір. На відміну від звичайних монохромних пристроїв, в останньому випадку використовується багатоколірна стрічка. Система управління цих принтерів піклується не тільки про конкретну голку, але і кольорові стрічки. Відразу відзначимо, що крім шуму, властивого всім ударним пристроям, швидкість, палітра і якість кольорів в даному випадку, як правило, незадовільні. Це, втім, стосується не тільки паперу, але і плівок. Відмітимо також, що з часом відтворні кольори стають тьмянішими, оскільки в прямій залежності від терміну служби стрічка забруднюється. Це пов'язано в основному з прямим контактом багатоколірної стрічки з кольоровим зображенням, що виводиться. До достоїнств подібних пристроїв можна віднести надійність, низьку вартість сторінки зображення, можливість друку на звичайному папері. Ударні кольорові матричні принтери в основному знаходять застосування при виведенні нескладних зображень. Ціна таких пристроїв відносно невисока - близько 800 доларів.

Струменева технологія друку (Liquid ink-jet) є на сьогодні найпоширенішою для реалізації кольорових пристроїв. Струменеві чорнильні принтери підрозділяються на пристрої безперервної (continuous drop, continuous jet) і дискретної (drop-on-demand) дії. Останні знову ж таки діляться на дві категорії: з нагріванням чорнила («бульбашкова» технологія bubble-jet або thermal ink-jet) і засновані на дії п'єзо- ефекту (piezo).

У простому випадку принцип дії пристрою за технологією continuous jet заснований на тому, що струмінь чорнила, що постійно випускається з сопла друкуючої головки, прямує або на папір (для нанесення зображення), або на спеціальний приймач, звідкеля чернила знову потрапляють в загальний резервуар. У робочу камеру чорнило подається мікронасосом, а елементом, задаючим їх рух, є, як правило, п'єзодатчик. Описаний вище принцип дії друкуючого пристрою використовує сьогодні дуже невелику кількість принтерів. Виробництвом кольорових принтерів, що використовують дану технологію, займається, наприклад, фірма Iris Graphics.

При реалізації bubble-jet-методу в кожному соплі друкуючої головки знаходиться маленький нагрівальний елемент (наприклад, тонкопленочний резистор). При пропусканні струму через тонкопленочний резистор останній за декілька мікросекунд нагрівається до температури близько 500 градусів і віддає тепло, що виділяється,

безпосередньо оточуючому його чорнилу. При різкому нагріванні утворюється чорнильний паровий міхур, який прагне виштовхнути через вихідний отвір сопла краплю рідкого чорнила. Оскільки при відключенні струму тонкоплівний резистор також швидко остигає, паровий міхур, зменшуючись в розмірах, «підсмоктує» через вхідний отвір сопла нову порцію чорнила, яке займає місце «вистреленої» краплі. Кольорові принтери від фірм Canon і Hewlett-Packard використовують саме цю технологію.

Як вже було сказано, другий метод для управління соплом заснований на дії діафрагми, сполученої з п'єзоелектричним елементом. Як відомо, зворотний п'єзо ефект полягає в деформації п'єзокристала під впливом електричного поля. Зміна розмірів п'єзоелемента, розташованого збоку вихідного отвору сопла і пов'язаного з діафрагмою, приводить до викидання краплі і приливу через вхідний отвір нової порції чорнила. Подібні пристрої випускаються компаніями Epson, Brother, Data-products і Tektronix. До речі відмітимо, що фірмою Epson запропонований новий тип багаточислової п'єзоелектричної головки, яка усуває «сателіти» - маленькі крапельки, супроводжуючі основну краплю. Чіткість в цьому випадку підвищується в основному для монохромних зображень.

Відмітимо, що сопла (каналні отвори) на друкуючій головці струменевих принтерів, через які розбризкується чорнило, відповідають «ударним» голкам матричних принтерів. Оскільки розмір кожного сопла істотно менший за діаметр голки (тонше за людський волос), а кількість сопел може бути більше, то одержуване зображення теоретично повинне бути в цьому випадку чіткіше. На жаль, це не завжди так, і дуже багато що залежить від якості використовуваного паперу. Річ у тому, що чорнило має властивості просочуватися (куди не треба), розтікатися і змішуватися до висихання. Це призводить до зниження яскравості, а також до зміни кольоровості зображення.

Для того, щоб подолати всі ці неприємності, використовуються самі різні підходи. Наприклад, хіміки фірми DuPont розробили для принтерів компанії Hewlett-Packard спеціальне пігментне чорнило (правда, теж не без недоліків). А ось щоб уникнути змішування чорнила, в моделі принтера IBM Color JetPrinter PS4079 фірми Lexmark передбачені паузи між проходами для нанесення первинних кольорів. Згадувана трохи вище компанія Hewlett-Packard для тієї ж мети (висихання чорнила) використовує підігрів носія, тобто папери. Такий метод боротьби із

змішуванням чорнила реалізований в моделях HP PaintJet XL300 і DeskJet 1200C.

Отже, до основних достоїнств технології continuous jet відноситься можливість відтворення широкої палітри кольорів з високою якістю, проте при невисокій швидкості друку вартість подібних кольорових принтерів досягає декількох десятків тисяч доларів.

Пристрої дискретної дії (drop-on-demand) достатньо дешеві (від 500 доларів і вище) і також дозволяють одержувати широку гамму кольорів, проте вимагають, як правило, спеціального паперу.

Принцип роботи принтера з термопереносом (Thermal wax transfer) полягає в тому, що термопластичне фарбувальна речовина, нанесена на тонкій підкладці, потрапляє на папір саме в тому місці, де нагрівальними елементами (аналогами сопел і голок) друкуючої головки забезпечується належна температура (близько 70-80 градусів). Конструктивно такий спосіб друку достатньо простий, до того ж він забезпечує практично безшумну роботу. Для нанесення кольорового зображення потрібно, зрозуміло, три або чотири проходи: поодиночі для первинних кольорів і один у разі використання окремого чорного кольору, що відповідно збільшує час друку. Принтери, що використовують дану технологію, звичайно вимагають спеціального паперу. Вартість виведеної сторінки із зображенням, як правило, дорожче, ніж для струменевих принтерів. Для даних пристроїв також характерна невелика швидкість друку (1-2 сторінки в хвилину). Проте, принтери з термопереносом - достатньо надійні пристрої, які не вимагають складного обслуговування і можуть відтворювати кольорове зображення (до 16,7 мільйонів кольорів) як на плівці, так і на папері, з роздільною здатністю 200-300 dpi (крапок на дюйм). Вартість подібних пристроїв може складати від 1 до 10 тисяч доларів.

Ще один клас кольорових друкуючих пристроїв - так звані принтери з термосублимацією (Dye sublimation). Ця технологія найбільш близька до технології термопереноса, тільки елементи друкуючої головки нагріваються в даному випадку вже до температури близько 400 градусів. Хоча, можливо, термін «термосублимація» не дуже вдалий, але він достатньо чітко пояснює, яким чином фарбувальній речовині передається необхідна порція енергії сублімації. Нагадаємо, що під сублімацією розуміють перехід речовини з твердого стану в газоподібний минувши стадію рідини (наприклад, кристали йоду сублімують при нагріванні).

Таким чином, порція фарбника сублимує з підкладки і осідає на папері або іншому носії. У принтерах з термосублимацією фарбника є можливість точного визначення необхідної кількості фарбника, переносимого на папір (наприклад: 19% cyan, 65% magenta, 34% yellow). Комбінацією кольорів фарбників можна підібрати практично будь-яку колірну палітру.

Дана технологія використовується тільки для кольорового друку, а реалізуючі її пристрої звичайно відносяться до класу «high end». До їх основних переваг відноситься практично фотографічна якість одержуваного зображення і широка гамма відтінків кольорів без використання растривання. Основним обмеженням застосування даних принтерів є висока вартість кожної копії зображення (більш долара за сторінку).

Принтери, що використовують технологію Phase change ink-jet, називаються також принтерами з твердим фарбником. Принцип роботи таких пристроїв приблизно наступний. Воскові стрижні для кожного первинного кольору фарбника поступово розплавляються спеціальним нагрівальним елементом при температурі близько 90 градусів і потрапляють в окремі резервуари.

Розплавлені фарбники подаються звідти спеціальним насосом в друкуючу головку, що працює звичайно на основі п'єзоефекту. Краплі воскоподібного фарбника на папері застигають практично миттєво, але забезпечують необхідне з нею зчеплення. На відміну від звичайної технології liquid ink-jet, в даному випадку не відбувається ні просочування, ні розтікання, ні змішення фарбників. Саме тому принтери, що використовують технологію phase change ink-jet, працюють з будь-яким папером. Якість кольорів виходить просто чудове, до того ж допустимий і двосторонній друк. Вартість однієї копії вельми невисока, як втім і швидкість друку (близько 2 сторінок в хвилину).

У лазерних принтерах (Colour laser) використовується електрографічний принцип створення зображення - приблизно такий же, як і в копіювальних машинах. Найбільш важливими частинами лазерного принтера можна вважати фотопровідний барабан (або стрічку), напівпровідниковий лазер і прецизійну оптико-механічну систему, що переміщає промінь. Лазер формує електронне зображення на світлочутливій фотопримной стрічці послідовно для кожного кольору тонера (СМУК). Тобто принтер, що працює в монохромному режимі із швидкістю 8стор/хв, в кольоровому режимі забезпечить тільки 2 стор/хв.

Коли зображення на фоточуттєвої стрічці повністю побудоване, аркуш, що подається, заряджає так, щоб тонер з барабана притягувався до паперу. Після цього зображення закріплюється на ній за рахунок нагріву частинок тонера до температури плавлення. Остаточну фіксацію зображення здійснюють спеціальні вали, що притискають розплавлений тонер до паперу.

Технологічно даний процес здійснюється досить не просто, тому ціни на кольорові лазерні принтери до недавнього часу склали декілька десятків тисяч доларів.

Деякі характеристики ряду моделей кольорових принтерів, що випускаються фірмою Tektronix, приведені в таблиці 3.

Таблиця 3. Характеристики моделей кольорових принтерів

Модель принтера	Phaser 200E	Phaser 200i	Phaser 111PX	Phaser 11sd
Метод друку	Thermal wax	Thermal wax	Solid inc-jet	dye sublimation
Формат паперу	A4	A4	A3	A4
Максимальна швидкість друку, стор/хв				
монохромний	4	4	1	1
кольоровий	2	2	0.5	0.1
Максимальний дозвіл, dpi	300x300	300x300	300x300	300x300
Об'єм пам'яті, Мб	4	6	10	16
Інтерфейси	Centronics RS-232C	Centronics RS-232C EtherTalk	Centronics RS-232C EtherTalk	Centronics RS-232C EtherTalk
Кількість резидентних шрифтів	17	39	39	39
Розміри, мм	279x394x444	279x394x444	н/д	363x432x686
Вага, кг	18.2	18.2	н/д	33.1

5.6 Клавіатура

Як відомо, клавіатура є стандартним пристроєм введення тексту. Тому, якщо ви багато працюєте з текстом, то вибираєте зручну клавіатуру або не працюєте з текстом взагалі. Що стосується операційної системи, ігор і багатьох програм, то переважна більшість користувачів вважають за краще працювати за допомогою мишки. Для деяких, можливо, буде відкриттям, що майже все це робиться і за допомогою клавіатури,

причому іноді значно швидше (якщо використовувати комбінації «гарячих клавіш»). Такий підхід не набув поширення тому, що доводиться тримати в пам'яті всі ці комбінації.

З погляду механізму, використовуваного при роботі клавіш, клавіатури підрозділяються на три основні категорії: механічні, напівмеханічні і мембранні.

Механічна клавіатура.

На платі такої клавіатури під кожною клавішею знаходиться пара контактів з цілісного металу. При натисненні на клавішу вони замикаються, а розмикаються за допомогою металевої пружинки. Такі клавіатури достатньо дорогі, але при цьому дуже надійні і довговічні. Правда, є у них ще один маленький недолік: при попаданні рідини і «твердості» (у вигляді крихт і т.ін.) клавіатура впадає в «коматозний» стан або зовсім «відключається».

Мембранна клавіатура.

Ну, тут все простіше, в наявності дві мембрани: одна – на платі, інша – під клавішею. Як і у разі механічної клавіатури, відбувається замикання контактів, а розмикається це все за допомогою невеликого гумового куполу. Особливість такої конструкції полягає в тому, що контакти мембран знаходяться усередині куполу, так що гарантована повна герметичність і 100%-вий захист. Основна гідність даних клавіатур – низька ціна, малий шум, що видається під час набору тексту. Правда, мембрани не на стільки міцні, як металеві контакти.

Напівмеханічна клавіатура.

Це гібрид першого і другого різновидів. Від мембранної клавіатури напівмеханічної клавіатури дісталася герметичність, а з нею всі переваги і всі недоліки (захист від вологи і, недовговічність захисного механізму клавіші). А від механічної – надійніші контакти, що менш стираються. При цьому контакти розмикаються пружиною, а повернення клавіші здійснюється гумовими куполами. По довговічності та вартості така клавіатура щось середнє з раніше описаних різновидів.

Герконова клавіатура.

Для того, щоб розібратися з механізмом роботи, потрібно вивчити основи теорії електромагнітного поля, а якщо коротко: у ній є геркони і випромінювачі. Геркони – це пластинки (вище іменовані контактами), розташовані в герметичній конструкції і чутливі до магнітної дії. Далі – випромінювач (магніт). Але від зовнішньої дії клавіатура зовсім не захищена. Проте в порівнянні з її дорожницею, це не такий істотний мінус. До плюсів, відповідно, можна віднести «вічність». При натисненні на клавішу виразно чутний її клік (перемикання геркона). Такі клавіатури раніше були досить поширені, але тепер уже практично не зустрічаються.

Крім «типажу» необхідно враховувати ще деякі характеристики клавіатур. Наприклад, наявність підставки для рук. Навіщо? Річ у тому, що у людей, що сидять за комп'ютером й набирають велику кількість текстів, досить часто сильно болять руки. Це так званий «тунельний синдром». Нерв, що передає відчуття від пальців, проходить в тунелі, який створюють м'язи і сухожилля. При друці ваші руки практично не рухаються, а, спираючись зап'ястями на край столу, ви пережимаєте судини, що живлять долоню і пальці і тим самим травмуєте нерв. Якщо ж зап'ястя рук розташувати на спеціальній підставці, ситуація зміниться в кращу сторону, і ви зможете працювати довше і продуктивніше.

Також до важливих параметрів клавіатури можна віднести хід клавіш, ергономічність, розкладку.

Тепер від технічних характеристик до топографії. Буквено-цифрові клавіші – це основна частина клавіатури, за допомогою якою вводиться текст. Латинські букви і розділові знаки розташовані завжди однаково, а ось форма і розміри важливих службових клавіш, можуть істотно розрізнятися. Найчастіше відрізняються правий Shift (тимчасова зміна регістра), Backspace (видалення однієї помилково набраної букви) і Enter (введення). Тут же розташована одна символна клавіша – зворотний слеш «\», який використовується в основному при вказівці імен файлів і каталогів. Нерідко зустрічається Enter висотою в два середні ряди клавіш, формою що нагадує перевернену букву «Г». Над ним розташований Backspace, під ним – Shift. Для зручності користувача всі ці кнопки бажано зробити довгими, але на практиці здійснити це складно – не дозволяють пропорції клавіатури. Тому іноді укорочують Backspace (більш-менш прийнятний варіант) або Shift (це гірше), зрідка модифікують форму Enter. Останній варіант найбільш переважний, бо

навіть зменшений Enter залишається достатньо великою і зручною кнопкою.

Де кілька слів про клавіші нижнього ряду, а саме пропуску, Ctrl, Alt і т.ін. Дуже зручний подовжений Ctrl, але важливо, щоб це розширення не дуже зменшило площу такої важливої клавіші, як пропуск. Він повинен залишатися довше, ніж всі разом узяті кнопки, розташовані зліва від нього.

Важливо, щоб кириличні букви помітно відрізнялися від латинських. Звичайно латиницю наносять сірим кольором, а букви кирилиці – червоним. Хорошим тоном вважається робити букви цих двох розкладок трохи різними за розміром. Розташування букв стандартизовано, але зустрічаються проблеми з розділовими знаками. На деяких клавіатурах використовується стара розкладка, де крапка і кома розташовані на цифрах «6» і «7», тоді як в Windows вони прив'язані до клавіші «/».

Навігаційні клавіші – цей блок знаходиться праворуч від алфавітно-цифрового і складається (у класичному варіанті) з трьох груп клавіш. Внизу розташовані 4 кнопки із стрілками, вони мають форму переверненої «Т». Вище – шість клавіш для навігації і правки текстів: Home (повернення до початку), PgUp (на одну сторінку вгору) і ін. Вони використовуються рідше. Ще вище – кнопки Pause, Scroll Lock і Print Screen, які можна назвати функціональними. Форма і розташування клавіш такі, що вони зручні як в іграх, так і в робочих додатках, будь-яку кнопку легко знайти усліпу. До них швидко звикаєш, тому будь-які відхилення від стандартної розкладки в цій зоні вимагають серйозного підходу. Дуже може бути, що такі, нововведення виявляться незручними при роботі.

Також в правій частині знаходиться блок клавіш з цифрами (зручно використовувати, якщо більша частина роботи ведеться з числами).

Функціональні клавіші – це ряд над алфавітно-цифровим блоком, що складається з кнопок Escape, F1 – F12. Відмінності тут в основному полягають у висоті клавіш, зрідка міняють їх компоновку (групи по чотири або по шість клавіш).

Питання для самоперевірки

1. Що розуміється під одноранговою архітектурою?
2. Що розуміється під мережами на основі сервера?
3. Що таке комбіновані мережі?
4. Які ресурси використовуються в комп'ютерних мережах?
5. Що таке спеціалізовані сервери?
6. Поясніть роль сервера для захисту даних?
7. Яке апаратне забезпечення сервера?

Глава 6

Побутові цифрові пристрої

6.1 Мобільний телефон

Початок розвитку мобільної телефонії був покладений в 1901 році: італієць Гульєльмо Марконі встановив радіо–пристрій на борт парового автомобіля і провів першу наземну передачу сигналу. При цьому була можливість передавати тільки дані (точка-тире), але не голос. Говорити про справжню мобільність зв'язку було ще рано, розміри пристрою були просто величезними, про що свідчить хоча б той факт, що перед тим як автомобіль починав рух, необхідно було опустити високу циліндричну антену в горизонтальне положення.

Але технології не стоять на місці, і в 1921 році в США з'явилася диспетчерська служба телеграфного рухомого зв'язку. Спочатку такі радіосистеми розташовувалися тільки на автомобілях поліції і використовуючи азбуку Морзе викликали патрулі для того щоб ті зв'язалися з поліцейським відділком за допомогою провідного телефону. Тобто це була система односпрямованої дії і її сміливо можна назвати прообразом сучасної пейджингового зв'язку.

У 1934 році Конгрес США створює Федеральну Комісію Зв'язку (ФКС), яка крім регулювання провідного телефонного бізнесу, також керувала і радіодіапазонами. Комісія вирішувала, хто і які частоти буде отримувати.

Найвищий пріоритет отримали рятувальні служби, державні агентства та інші служби, які, на думку ФКС, допомагали найбільшому числу людей.

Слідом за ними йшли компанії надають послуги транспортування вантажів, такі і їм подібні. Частот для використання приватними особами взагалі не виділялося до закінчення Другої Світової Війни.

Обмежена кількість частот, і як наслідок, невелика кількість клієнтів, було однією з причин затримки розвитку радіотелефонного зв'язку. Виробники телефонних систем не бачили достатньої економічної вигоди в переході до бездротових технологій.

Але як вже було сказано вище, ФКС з часом все ж виділила частоти для використання приватними особами та 17 червня 1946 року в Сент-Луїсі, США, лідер телефонного бізнесу компанія AT & T і Southwestern Bell запускають першу радіотелефонну мережу для приватних клієнтів.

Апаратура була дуже громіздкою і призначалася тільки для установки в автомобілі – тягати на собі 40 кілограмовий телефон (без урахування ваги джерела живлення!) Було просто неможливо. Але, незважаючи на це, популярність мобільного зв'язку стала стрімко зростати. Але тут виникла ще одна, більш серйозна, ніж велику вагу апаратури, проблема – обмеженість частотного ресурсу. Радіотелефони, з близькими по частоті каналами, починали викликати взаємні перешкоди, і необхідно було мінімум 100 кілометрів між двома радіосистемами, щоб стало можливим використовувати частоту знову.

У 1947 році відбуваються дві події, що мають величезне значення для подальшого розвитку радіотелефонного зв'язку. У липні У. Шоклі, У. Браттайн і Дж. Бардін - співробітники Bell Laboratories, винаходять транзистор. Це в подальшому дозволило помітно зменшити вагу і розміри мобільних телефонних апаратів. Трохи пізніше Д. Ринг, співробітник все тієї ж Bell Laboratories, на внутрішньому меморандумі висуває ідею стільникового принципу організації мереж мобільного зв'язку. Ця схема вирішувала проблему конфлікту близьких по частотам каналів і дозволяла повторно їх використовувати.

У 1967 році відділ під керівництвом Купера випустив перші портативні рації, які почала використовувати поліція Чикаго (рис. 37).



Рисунок 37– Мартін Купер з першим стільниковим телефоном

Розробкою систем стільникового зв'язку стали займатися відразу кілька виробників радіотехніки, але пройшло більше 20 років, перш ніж з'явилися перші подібні мережі.

Протягом року, поки йшла розробка пристрою, компанія намагалася переконати Федеральну Комісію з комунікацій в необхідності виділення вільних частот для стільникового зв'язку. Влада пішла на компромісне рішення: Моторолла повинна була на практиці продемонструвати саму можливість створення таких мереж.

Випробування першого стільникового телефону відбулося **3 квітня 1973 року**. Для цього на 50-поверховому будинку в Нью-Йорку була змонтована перша базова станція. Вона могла обслужити до 30 абонентів. Сам перший стільниковий телефон, створений Мартіном Купером, називався DynaTAC і важив 1,15 кг. На його передній панелі розташовувалися 12 клавіш, 10 з яких були цифровими, а дві — для виклику і припинення розмови. Ні дисплея, ні додаткових функцій не було (рис. 38).



Рисунок 38 –Перший у світі мобільний телефон:
Motorola DynaTAC 8000X (1983)

Першим, кому подзвонив Мартін Купер з стільникового телефону, був Джоель Енгель (начальник дослідного відділу Bell Laboratories), який стверджував, що в найближчі роки неможливо створення таких портативних пристроїв. Це був справжній триумф і компанії Моторолла, і Мартіна Купера.

Тільки після випробування і прес-конференції розробники та інженери зрозуміли, що ними була здійснена справжня революція в сфері комунікацій. Після успішного експерименту вже в 1974 році Федеральною Комісією були виділені частоти для приватних компаній.

Масове виробництво і комерційні продажі DynaTAC 8000X почалися через 10 років після здійснення першого дзвінка. Апарат важив 800 г, працював на одному заряді акумулятора близько 1 години, мав одну мелодію, міг зберігати до 30 телефонних номерів. Його вартість становила

4000 доларів. Але, незважаючи на те, що основні розробки велися в США, перша комерційна мережа стільникового зв'язку була запущена в травні 1978 року в Бахреїні. Дві стільники з 20 каналами в діапазоні 400 МГц обслуговували 250 абонентів.

Трохи пізніше стільниковий зв'язок почала свій хід по всьому світу. Все більше і більше країн розуміли вигоду і зручності, які вона може принести. Однак використання свого власного частотного діапазону в кожній країні, з часом призвело до того, що власник стільникового телефону приїжджаючи в іншу державу не міг ним користуватися. Крім цього всі існуючі на той момент системи були аналоговим, що не дозволяло забезпечувати конфіденційність розмови навіть на самому примітивному рівні. Їх прийнято називати системами першого покоління. І в результаті для вирішення всіх цих проблем в 1982 році Європейська Конференція Адміністрацій Пошт і Електрозв'язку (CEPT) об'єднує 26 країн, прийняла рішення про створення спеціальної групи Groupe Special Mobile. Її метою була розробка єдиного європейського стандарту цифрового стільникового зв'язку. Було прийнято рішення використовувати діапазон 900 МГц, а потім, з огляду на перспективи розвитку стільникового зв'язку в Європі і в усьому світі, було прийнято рішення виділити для нового стандарту і діапазон 1800 МГц. Новий стандарт отримав назву GSM - Global System for Mobile Communications. GSM 1800 МГц також носить назву DCS-1800 (Digital Cellular System 1800). Першою державою, що запустив мережу GSM, є Фінляндія, комерційна мережа такого стандарту була там відкрита в 1992 році. У наступному році в Великобританії запрацювала перша мережа DCS-1800 One-2-One. З цього моменту починається глобальне поширення стандарту GSM по всьому світу.

Якщо ж мережі першого покоління дозволяли передавати тільки голос, то в другому поколінні систем стільникового зв'язку, яким є і GSM, дозволяють надавати і інші неголосові послуги. Найвідомішою і популярною послугою, швидше за все, є передача коротких текстових повідомлень - SMS (Short Message Service). Це двонаправлений сервіс, який дозволяє передавати текстові повідомлення з одного стільникового телефону GSM на інший, і є поліпшеним аналогом пейджингового зв'язку, так як немає необхідності зв'язуватися з операторською службою, для того щоб відправити повідомлення іншому абоненту.

Всі також здатний приймати дзвінки і SMS-повідомлення. На даний момент сучасні моделі телефонів представлені на ринку, при здійсненні розмови припиняють GPRS-з'єднання, яке автоматично відновлюється після закінчення розмови. Такі апарати класифікуються, як GPRS-термінал класу В. Планується виробництво терміналів класу А, які дозволятимуть одночасно завантажувати дані і вести розмову зі співрозмовником. Також існують спеціальні пристрої, які призначені тільки для передачі даних, і їх називають GPRS-модемами або терміналами класу С.

Теоретично GPRS здатний передавати дані зі швидкістю 115 кілобіт в секунду, але на даний момент більшість операторів зв'язку надають канал, який дозволяє розвивати швидкість до 48 кілобіт в секунду. Це пов'язано в першу чергу з обладнанням самих операторів і як наслідок, відсутністю на ринку стільникових телефонів підтримують більш високі швидкості.

Перший автомобільний телефон: Nokia Mobira Senator (1982).

На початку 1980-х років широку популярність отримав телефон Nokia Mobira Senator. Він вийшов у 1982 році і став першим у своєму роді – був призначений для використання в автомобілі, вагою при цьому близько 10 кілограм (рис. 39).



Рисунок 39 – Перший автомобільний телефон: Nokia Mobira Senator (1982)

Nokia Mobira Cityman 900 (1987 рік)

Після появи ДупаТАС 8000Х почалася гонка розмірів, яка продовжується і донині. У 1987 році компанія Nokia випустила Cityman 900. Цей телефон працював у мережах 1G та важив 760 грамів. Батарея витримувала до 50 хвилин розмови, майже як ДупаТАС 8000Х. Ці дві моделі телефонів також мали схожість на вигляд, проте висота Cityman 900 становила "всього" 18 см (включаючи антену). Апарат виявився дуже

успішним і допоміг Nokia зміцнити свої позиції на ринку мобільних телефонів, що зароджується.)



Рисунок 40– Nokia Mobira Cityman 900 (1987 рік)

Motorola MicroTAC (1989 рік)

Хоча DynaTAC 8000X мав успіх, у компанії Motorola знали, що необхідно створити компактнішу і портативнішу модель, щоб конкурувати з Cityman 900. У результаті 25 квітня 1989 року на світ з'явився апарат MicroTAC 9800X. Цей телефон розроблявся так, щоб поміститися в кишені сорочки, і на момент появи був найменшим та найлегшим мобільним телефоном на ринку. MicroTAC 9800X також був першим телефоном із фліпом (відкидною кришкою), який дозволив зменшити розмір пристрою. При відкритій кришці довжина телефону становила 23 см, але він був значно легшим за конкурентів - всього 300 грамів. Щоб зменшити вагу, інженери Motorola використовували батарею меншого розміру, але через таке рішення час розмови скоротився приблизно до 30 хвилин.



Рисунок 41 – Motorola MicroTAC (1989 рік)

Перший GSM телефон: Orbitel 901 (1992 рік).

У 1991 році був підготовлений стандарт мобільного зв'язку GSM і перша мережа GSM була створена у Фінляндії під назвою Radiolinja. Технологія GSM пропонувала чудову якість звуку та велику сміність мережі в порівнянні з 1G NMT. Першим телефоном, який використовував цю мережу, став Orbitel 901, випущений 1992 року. Це був відносно великий апарат вагою 2 кг. Через великі габарити його розглядали переважно як автомобільний телефон, а не справжній мобільний (рис. 42).



Рисунок 42 – Перший GSM телефон: Orbitel 901 (1992 рік)

Nokia 1011 (1992 рік).

Наступним важливим апаратом історії мобільних телефонів став Nokia 1011 – перший телефон, розроблений Франком Нуоном. Він з'явився 10 листопада 1992 року і в порівнянні з Cityman 900 мав переваги у габаритах, вазі та функціональності. Він мав висоту 19,5 см (включаючи антену) та важив 495 грамів. Телефон оснащувався монохромним рідкокристалічним дисплеєм для навігації по меню та перегляду номера при наборі. Він також використовував стандарт GSM, що забезпечує вищу якість звуку.



Рисунок 43 – Nokia 1011 (1992 рік)

Hagenuk MT-2000 (1994 рік): внутрішня антена та ігри!

У 1994 році німецький виробник Hagenuk представив мобільний телефон MT- 2000. Цей телефон був революційним, тому що замість телескопічної антени, як у перших мобільних телефонів, він мав внутрішню антену. Апарат працював у німецькій мережі D-Netz 900, яка використовувала стандарт GSM 900. Hagenuk MT-2000 також був першим мобільним телефоном із вбудованою електронною грою. Вона нагадувала тетріс та дала початок інтеграції ігор у мобільні телефони (рис.44).



Рисунок 44 – Hagenuk MT-2000 (1994 рік): внутрішня антена та ігри!

Nokia 2110 (1994 рік): музичний рінгтон.

Компанія Nokia в 1994 році представила модель телефону 2110. Цей телефон наслідував дизайн моделі 1011. У нього вперше з'явилася можливість відправки текстових повідомлень на інші телефони. Крім того, це був перший мобільний телефон, що використовує музичний рінгтон. Рінгтон Nokia програвався через простий динамік, здатний відтворювати лише п'ять різних тонів, але відкрив шлях для музики на мобільниках, яку ми знаємо сьогодні (рис. 45).



Рисунок 45 – Nokia 2110 (1994 рік): музичний рінгтон

Перший смартфон: IBM Simon (1994)

Всупереч поширеній думці Apple не винаходила смартфон, як і смартфон із сенсорним екраном. Обидва технологічні досягнення можна приписати IBM. Неймовірно, але Simon Personal Communicator, створений у 1994 році, мав 4,5-дюймовий чорно-білий дисплей з роздільною здатністю 293×160 та резистивний сенсорний інтерфейс. Апарат умів робити дзвінки, надсилати факси та відповідати на електронні листи. Також він міг похвалитися встановленими програмами, такими як адресна книга, календар, калькулятор та світовий годинник. Він навіть оснащувався стилусом для рукописних нотаток, які можна було зберігати на пристрої. Програмний інтерфейс включав кілька елементів, що набули поширення в сучасних смартфонах, наприклад іконки додатків і віртуальну сенсорну клавіатуру. За аналогією з портативними комп'ютерами того часу Simon Personal Communicator підтримував карти РСМСІА для розширення функціональності та встановлення нових програм. Система працювала з урахуванням процесора x86 із частотою 16 МГц.

Однак безліч просунутих функцій відбилися на ціні пристрою, яка була помітно вище за прийнятний рівень, тому IBM вдалося продати тільки 50000 одиниць, після чого компанія вирішила завершити виробництво. Інших смартфонів не з'являлося до 2000 року, коли своє рішення представила фірма Ericsson.



Рисунок 46 – Перший смартфон: IBM Simon (1994)

Motorola StarTAC 3000 (1996 рік).

У 1996 році компанія Motorola представила телефон, який згодом стане справжньою іконою мобільних телефонів 90-х, модель називалася StarTAC 3000. На момент появи це був найменший мобільний телефон на ринку. Він важив всього 88 грамів і мав дизайн розкладачки, в якій

апаратна начинка знаходилася в обох частинах пристрою. Також це був один із перших мобільних телефонів з функцією вібрації.

StarTAC спочатку працював у старій мережі AMPS, але пізніші моделі переключилися на GSM через зростання популярності цієї технології та її підтримки. Телефон мав величезний успіх, було продано понад 60 мільйонів одиниць.



Рисунок 47 – Motorola StarTAC 3000 (1996 рік)

Nokia Communicator (1996): смартфон з веб-браузером.

У той час як Motorola працювала над зменшенням розміру та ваги мобільних телефонів, Nokia у своїх моделях вирішила піти шляхом впровадження нових опцій та функцій. Nokia Communicator 9000 з'явився в 1996 році та вважався смартфоном, хоча за функціональністю він зараз близький до сучасних телефонів. Він мав вбудований браузер, розроблений силами фахівців Nokia, що дозволяв борознити простори інтернету через стільникові мережі. Максимальна швидкість передачі досягала лише 9600 біт/с. Апаратна починалася практично ідентична залозу Nokia 2110i, включаючи ЦП Intel 80386 на 24 МГц, 8 Мбайт ОЗУ та 4,5-дюймовий рідкокристалічний дисплей з роздільною здатністю 640×200 пікселів. Такий процесор і обсяг пам'яті був характерний для ПК за десять років до появи цього телефону, що демонструє помітне просування щодо портативних обчислювальних технологій.



Рисунок 48 – Nokia Communicator (1996): смартфон з веб-браузером

Nokia 7110 (1999 рік): народження WAP.

Зі зростанням популярності інтернету дозріла концепція доступу до мережі у будь-якій точці світу, але більшості телефонів наприкінці 1990-х просто не вистачало апаратних можливостей для обробки веб-сторінок. Це призвело до винаходу WAP (Wireless Application Protocol – бездротовий протокол передачі даних) як засіб доступу до Інтернету через телефони, що не підтримують функцію перегляду веб-сторінок. Так користувачі отримали дуже урізаний спосіб веб-серфінгу, який часто спотворював зображення та текст і був надзвичайно повільним. Незважаючи на ці проблеми, технологія WAP широко просувалася в індустрії мобільних телефонів, і такі смартфони, як Nokia 7110, створювалися спеціально для використання WAP (рис.49).



Рисунок 49 – Nokia 7110 (1999 рік): народження WAP

Benefon ESC! (1999 рік): використання GPS

У 1999 році компанія Benefon представила модель телефону ESC!, який миттєво став хітом, особливо серед мандрівників. Основна концепція телефону – дозволити зійти з вторинної доріжки, але зберегти можливість повернутися назад. Це був перший мобільний телефон із вбудованою підтримкою GPS, до того ж він був вологозахисним. Карта виводилася на дисплей з роздільною здатністю 100×160 пікселів, а координати можна було надсилати на інші телефони за допомогою SMS.



Рисунок 50 – Benefon ESC! (1999 рік): використання GPS

Ericsson T36 (2000): поява Bluetooth.

Стандарт Bluetooth було завершено до 1999 року. Компанія Ericsson скористалася моментом і в 2000 анонсувала перший Bluetooth-сумісний телефон під назвою Ericsson T36. Проте до серії він так і не пішов. Замість нього першим мобільним телефоном з підтримкою Bluetooth став Ericsson R520m. Через рік з'явився T39, схожий на T36. Завдяки цим телефонам на ринку з'явився широкий асортимент Bluetooth-пристроїв від сторонніх виробників, які вплинули на подальший розвиток індустрії (рис. 51).



Рисунок 51– Ericsson T36 (2000): поява Bluetooth

Nokia 3310 (2000 рік)

Nokia 3310 став одним із найуспішніших телефонів в історії, було продано приблизно 125 мільйонів одиниць. Телефон не пропонував якихось проривних технологій, його головною перевагою стала можливість набирати текстові повідомлення завдовжки понад 459 символів. Попередня модель в серії Nokia 3210 додала багато нових опцій в лінійку продуктів, включаючи корпуси, що замінюються, і внутрішню антену, але продажі Nokia 3310 сильно перевершили продажі 3210, і ця модель стала іконою компанії (рис.52).



Рисунок 52 – Nokia 3310 (2000 рік)

Перший телефон із функцією MP3-плеєра: Samsung SPH-M100 Uproar (2000 рік).

Samsung SPH-M100 Uproar з'явився у 2000 році і був першим телефоном із функцією MP3-плеєра. Він оснащувався досить великим на той час внутрішнім сховищем місткістю 64 Мбайта, якого вистачало приблизно на один музичний альбом з бітрейтом 128 Кбіт/с. Батарея забезпечувала до 10 години безперервного відтворення музики. У комплекті з пристроєм були навушники та пульт управління для бездротового управління MP3-плеєром також (рис. 53).



Рисунок 53 – Перший телефон із функцією MP3-плеєра: Samsung SPH-M100 Uproar (2000 рік)

Blackberry 6210 (2003 рік)

Компанія RIM (Research In Motion) додала підтримку стільникових мереж до своїх продуктів у 2003 році, хоча раніше вже кілька років випускала пристрої BlackBerry. Першим сучасним смартфоном прийнято вважати RIM BlackBerry 6210, що об'єднав функцію стільникового зв'язку з реалізованими в продуктивній лінійці BlackBerry функціями. Також пристрій представив ряд нових функцій мобільного телефону, включаючи колесо прокручування іконок для навігації по меню та повноцінну клавіатуру з розкладкою QWERTY.



Рисунок 54 – BlackBerry 6210 (2003 рік)

Nokia Communicator 9500 (2004 рік)

До 2004 майже всі функції, які ми бачимо в сучасних смартфонах, так чи інакше були реалізовані в різних пристроях. Не вистачало лише підтримки Wi-Fi підключення, яка дебютувала у смартфоні Nokia Communicator 9500. Ця модель мала ряд характерних функцій для смартфонів того часу, включаючи Bluetooth, 4,5-дюймовий кольоровий дисплей з роздільною здатністю 640x200 пікселів, MP3 та AAC-сумісний аудіоплеєр 0,3 Мп камеру, можливість читання документів Office та надсилання повідомлень факсом.

Вбудований EDGE-сумісний модем підтримував швидкість підключення до 177 Кбіт/с. Пристрій працював на базі SoC OMAP 150 від Texas Instruments, який включав процесор ARM925T із частотою 150 МГц. Communicator 9500 працював під керуванням ОС Series 90 на базі Symbian і дозволяв переглядати веб-сторінки у браузері, розробленому у партнерстві з Opera (рис.55).



Рисунок 55 – Nokia Communicator 9500 (2004 рік)

Razr V3 (2004 рік): триумф перед падінням

Останньою великою перемогою компанії Motorola (як незалежного американського виробника) у сфері мобільних телефонів був Razr V3. Більшість телефонів того часу виготовлялися з пластмаси, але в конструкції Razr V3 використовувався тонкий алюмінієвий корпус. Це допомогло знизити товщину пристрою до 13 мм. Кнопки теж були зроблені з алюмінію, а рідкокристалічний дисплей мав скляну пластину зверху для захисту від подряпин. Телефон виявився дуже успішним і було продано 130 мільйонів одиниць за чотири роки. Як не дивно, успіх цього продукту пізніше підштовхнув компанію приєднатись до ринку смартфонів, що призвело до її остаточного занепаду (рис.56).



Рисунок 56 – Razr V3 (2004 рік): триумф перед падінням

Apple iPhone (2007 рік)

Згодом вартість володіння мобільним телефоном помітно знизилася і мати такий пристрій у кишені стало нормою. Одночасно вони ставали дедалі більш складними та багатофункціональними. Хоча багато моделей дозволяли переглядати сторінки в інтернеті, використання технології WAP, маленьких екранів та незручних у навігації інтерфейсів залишали неприємні враження. Apple побачила у цій проблемі великі можливості (рис. 57).



Рисунок 57 – Apple iPhone (2007 рік)

Сам по собі iPhone не мав якихось революційних функцій, натомість, він зібрав існуючі технології та поєднав їх у привабливій упаковці. Найголовніше, що він зробив взаємодію з телефоном та інтернет-серфінг легким та приємним заняттям. У першому iPhone не було MMS, камери та 3G зв'язку. Також він не підтримував сторонні програми, проте це не завадило йому зробити революцію в сегменті смартфонів. HTC Dream (2008 рік): поява Android.

В 2008 році Google випустила свою мобільну операційну систему під назвою Android. Першим смартфоном під керуванням Android був

HTC Dream (G1). Апаратна начинка базувалася на процесорі Qualcomm MSM7201A, він також оснащувався 192 Мбайт ОЗП та 256 Мбайт ПЗП, при цьому сховище можна було розширити за допомогою картки microSD. HTC Dream був сумісний із мережами 3G/3G+, що пропонують цілком розумну швидкість для мобільного інтернету. HTC Dream оснащувався 3,2-дюймовим сенсорним HVGA дисплеєм з роздільною здатністю 320x480 пікселів, який був основним інтерфейсом для користувача. Також з-під екрана вислизала повноцінна фізична QWERTY-клавіатура.

Спочатку смартфон використовував ОС Android версії 1.1, але пізніше було випущено офіційне оновлення до Android 1.6 (рис. 58).



Рисунок 58 – HTC Dream (2008 рік): поява Android

Nexus One (2010 рік): Google вступає у боротьбу.

Google випустила Nexus One на початку 2010, це був перший смартфон під брендом корпорації. Він був виготовлений HTC та оснащувався 3,7- дюймовим AMOLED (WVGA, 800x480) дисплеєм. SoC-чип Qualcomm Snapdragon 8250 об'єднав у собі одноядерний центральний процесор із частотою 1 ГГц і графічний процесор Adreno 200. З даними працювала ОЗУ об'ємом 512 Мбайт, також було передбачено сховище ємністю 512 Мбайт з можливістю розширення через слот. У задній частині смартфона була досить якісна для того часу камера з роздільною здатністю 5 Мп. Апарат мав підтримку Wi-Fi стандарту 802.11g, Bluetooth 2.1 та 3G HSDPA/HSUPA. За допомогою Nexus One у Google хотіли показати іншим виробникам, яким має бути смартфон, а також розширити присутність операційної системи Android OS на ринку (рис. 59).



Рисунок 59 – Nexus One (2010 рік)

HTC Evo 4G та Samsung SCH-R900 (2010 рік): поява 4G

У 2010 з'явилися перші мережі 4G, саме напередодні виходу HTC Evo 4G - першого комерційно доступного смартфона, сумісного з технологією 4G WiMAX. Трохи пізніше з'явився Samsung SCH-R900 Craft, він став першим смартфоном із підтримкою мереж 4G LTE. Але оскільки жоден із апаратів не підтримував європейські мережі GSM, вони продавалися лише у Північній Америці.

Крім підтримки мереж 4G обидва телефони мали середні для свого часу характеристики. SCH-R900 оснащувався 3,3-дюймовим дисплеєм з роздільною здатністю 480x800 та відносно невеликим внутрішнім сховищем (165 Мбайт), яке можна було збільшити за допомогою картки microSD. Також SCH-R900 мав висувну QWERTY-клавіатуру. HTC Evo 4G мав найкращі характеристики, включаючи 4,3-дюймовий WQVGA дисплей (480x800), 512 Мбайт ОЗУ та 1 Гбайт ПЗУ з можливістю розширення через слот microSD. Samsung SCH-R900 використав власну ОС, а HTC 4G Evo працював під керуванням Android 2.3 (рис. 60).



Рисунок 60 – HTC Evo 4G та Samsung SCH-R900 (2010 рік): поява 4G

LG Optimus 7 (2010 рік): платформи Microsoft

Наприкінці 2010 року компанія LG представила смартфон Optimus 7 (LG- E900), який був одним з перших смартфонів під керуванням ОС Microsoft Windows Phone 7. Optimus 7 мав 3,8-дюймовий

екран, здатний виводити зображення з роздільною здатністю 800x480 пікселів. Апарат використовував SoC Qualcomm Snapdragon S1 з одноядерним CPU на 1 ГГц та GPU Adreno 200. Також телефон мав 512 Мбайт оперативної пам'яті та сховище на 16 Гбайт. Він працював у мережах 3G+ (рис. 60).



Рисунок 60 –LG Optimus 7 (2010 рік): платформи Microsoft

LG Optimus X2 (2011 рік): перший смартфон із двоядерним процесором

Довгий час обчислювальна потужність мобільних телефонів зростала повільно, але з 2011 року продуктивність смартфонів стала прогресувати стрімкіше, оскільки з'явилися багатоядерні процесори. LG Optimus X2 став першим смартфоном із двоядерним ЦП. У ньому встановлювався SoC Nvidia Tegra 2 із двома ядрами Cortex-A9, що працюють на тактовій частоті 1 ГГц. Таке рішення фактично подвоювало продуктивність ЦП, значно спрощуючи роботу на смартфоні в умовах багатозадачності, але скоротився час автономної роботи пристрою. Незважаючи на це, вся галузь пішла за прикладом LG Optimus X2.

У наступні кілька років виробники стали виготовляти смартфони з трьох-, чотирьох-, шести-, восьми- і навіть десятиядерними SoC, щоб досягти ще більшої продуктивності (рис. 61).



Рисунок 61 – LG Optimus X2 (2011 рік): перший смартфон із двоядерним процесором

Apple iPhone 4s та Siri (2011 рік).

У 2011 році корпорація Apple представила Siri (Speech Interpretation and Recognition Interface) – нову революційну технологію у лійнійці смартфонів iPhone. Інші смартфони могли розпізнавати вашу мову і перетворювати її на текст, щоб заощадити час, але система Siri зробила логічний крок уперед і почала слухати ваші команди і виконувати невеликі завдання.

Через рік Google представить аналогічного особистого помічника під назвою Google Now, але, незважаючи на ширше поширення смартфонів на базі Android, Siri стала більш відомою системою (рис.62).



Рисунок 62 – Apple iPhone 4s та Siri (2011 рік)

Samsung Galaxy S II (2011): "вбивця" iPhone.

Перший Galaxy S з'явився у 2010 році, але вже через рік вийшов Galaxy S II, який дозволив Samsung вийти на конкурентну позицію з Apple iPhone. Цей смартфон був націлений на ринок high-end пристроїв і пропонував ряд функцій, які повинні були переключити увагу з Apple. У серці пристрою було встановлено SoC-чип Samsung Exynos 4210 з двоядерним процесором Cortex-A9 (1,2 ГГц) та графічним процесором Mali-400MP4 (266 МГц). SoC підтримувався ОЗУ об'ємом 1 Гбайт, а дані користувача зберігалися у вбудованій пам'яті на 16 або 32 Гбайт, залежно від моделі. Тилова камера могла записувати відео з роздільною здатністю 1080p, крім того смартфон оснащувався фронтальною 2 Мп камерою. Galaxy S II підтримував мережі 3G HSDPA/HSUPA. Цей флагманський смартфон чекав на великий успіх, і Samsung стала провідним у світі виробником смартфонів на базі Android на жовтень 2011 року (рис.63).



Рисунок 63 – Samsung Galaxy S II (2011)

Оppo Find 5 (2012): перший смартфон з дисплеєм 1080p

Також з часом зростала і роздільна здатність дисплеїв мобільних пристроїв. Замість обмежених монохромних дисплеїв 1990-х років, призначених тільки для тексту, ми маємо сьогодні повнокольорові дисплеї з високою піксельною щільністю, на яких можна грати в ігри в роздільній здатності HD. Першим смартфоном, який обзавівся Full HD дисплеєм, був Oppo Find 5. Він мав приголомшливу піксельну щільність 441 PPI(рис.64).



Рисунок 64 – Oppo Find 5 (2012): перший смартфон з дисплеєм 1080p

Nokia 808 Pureview (2012): камера на 41 Мп

У той час, як смартфони ставали все більше схожими один на одного, один пристрій, представлений у 2012 році, помітно відрізнявся на фоні конкурентів. Ми говоримо про смартфон Nokia 808 Pureview. Окрім типових для 2012 року характеристик він оснащувався виключно потужною, якщо можна так висловитися, камерою з роздільною здатністю 41 Мп. Через великий модуль камери цей смартфон був товстим і важчим за інші моделі. Наголосивши на камері, Nokia нехтувала іншими характеристиками телефону. Його 4-дюймовий AMOLED дисплей з роздільною здатністю 640x360 пікселів (184 ppi) був досить середнім для 2012 року. Апаратна начинка також не викликала захоплення: одноядерний ЦП на 1,3 ГГц і всього 512 Мбайт ОЗУ. Крім

того, смартфон працював під управлінням ОС Symbian, яка більше не підтримується (рис.65).



Рисунок 65– Nokia 808 Pureview (2012): камера на 41 Мп

LG G Flex (2013): вигнутий дисплей

У 2013 році компанія LG представила G Flex – перший телефон із вигнутим екраном. За деякими характеристиками він схожий зі смартфоном LG G2, включаючи SoC Qualcomm Snapdragon 800, 2 Гбайт ОЗУ і сховище ємністю 32 Гбайта. Але головною його особливістю був 6-дюймовий вигнутий дисплей та гнучкий пластмасовий корпус. Проте, дисплей з роздільною здатністю 720р критикувався щодо відносно низьку піксельну щільність, що становить 245 PPI. (рис.66).



Рисунок 66 – LG G Flex (2013): вигнутий дисплей

Apple iPhone 5s (2013 рік): початок 64-бітної ери.

Поява Apple iPhone 5s у вересні 2013 року ознаменувала перехід смартфонів у 64-розрядну еру. 5s був першим смартфоном, який використовував SoC Apple A7, який поєднував у собі двоядерний CPU із частотою 1,3 ГГц та GPU PowerVR G6430. Також у ньому було реалізовано співпроцесор M7, який збирав дані з різних датчиків пристрою. iPhone 5s оснащувався 4-дюймовим IPS-дисплеєм з роздільною здатністю 1136x640 (326 ppi), сховищем даних ємністю до 64 Гбайт, 8 Мп задньою камерою та 1,2 Мп фронтальною камерою. Апарат підтримував

протоколи 4G LTE та Wi-Fi 802.11n. Крім того, смартфон запам'ятовувався ємнісним сканером відбитків пальців Touch ID, який використовувався для розблокування телефону та авторизації при грошових транзакціях. Датчики відбитків пальців стали широко поширеною функцією серед смартфонів середнього і вищого класу.



Рисунок 67 – Apple iPhone 5s (2013 рік): початок 64-бітної ери

Смартфони наразі невід'ємна частина життя кожної людини. Навіть зараз, у часи коли очне навчання неможливе. Смартфони слугують інструментом для проведення занять, пошуку інформації та багато чого іншого.

6.2 Телевізори

Телевізор – приймач телевізійних сигналів зображення та звуку, що відображає їх на екрані та за допомогою динаміків. Сучасний телевізор здатний приймати телевізійні програми як з антени, так і безпосередньо від пристроїв їх відтворення - наприклад відеомагнітофона, DVD-програвача або медіаплеєра. Так звані смарт-телевізори можуть відображати потокове відео з локальної обчислювальної мережі або Інтернету.

Телевізор є одним з найбільш важливих та популярних радіоелектронних пристроїв у сучасному світі. Він дозволяє отримувати доступ до різноманітних інформаційних ресурсів, а також розважатися за допомогою кіно та телепередач. У цьому рефераті буде розглянуто еволюцію телевізорів - як вони з'явилися, як розвивалися та які нові можливості з'являлися з часом.

Будова телевізора.

Телевізор має такі складові:

- приймач телевізійних сигналів;
- компоненти кадрової і рядкової розгортки;
- екран і пристрої відтворення звуку.

Телевізор відноситься до радіоелектронних пристроїв, які працюють за допомогою радіохвиль та електричного струму. Вони є частиною системи телебачення, яка складається з трансляційної студії, передавача, антени та телевізора. Основним завданням телевізора є отримання, декодування та відображення телевізійного сигналу на екрані.

Окрім телевізора, до радіоелектронних пристроїв, які використовуються в телебаченні, відносяться також різноманітні антени, передавачі, приймачі, модулятори та демодулятори. Вони є частинами телевізійної системи, яка забезпечує передачу телевізійного сигналу з трансляційної студії до телевізора.

Історія створення пристрою.

Ідея створення пристрою, який передає зображення на відстані, міцно володіла умами вчених. Доказ цього – одночасне відкриття можливості передавати картинку двома великими умами. Винахідники М. Леблан (француз, світило в області фізики) і В. Е. Сойер (американець) зробили цей прорив з різних кінців світу, незалежно один від одного. Їх винахід – методика, що формує зображення таскануюча їх на площину – була покладена в основу першого телевізора.

Мабуть, німець Генріх Герц, який присвятив життя дослідженням в галузі фізики, також був шанувальником фольклору. Саме він першим в 1887 році відкрив можливість електронів вивільнятися під дією електромагнітного випромінювання і створювати фотоефект. Через рік дослідник Олександр Столетов підтвердив дане явище.

Інший німець, фізик К. Браун, створив унікальну деталь – електронно-променеву трубку. Вона передавала зображення на інші пристрої. У 1907 році Б. Розінг підвів теоретичну базу під це відкриття, спорудивши свою версію трубки, за допомогою якої отримав зображення, правда, поки – статичне. Так, зліт телеіндустрії почався з майже незмінне зображення.

Родоначальниками телебачення вважають німецьких учених. Ще в 1884 році Пауль Ніпков, один з таких, створив першу систему

телебачення, яка згодом лягла в основу так званого механічного телевізора. Це був диск, виводить зображення на екран за допомогою імпульсів електрики. У пристрої в спіралевидному порядку містилися отвори. Навпаки встановлювався фотоелемент, на який потрапляли промені, проходячи попередньо через площину диска. Винахід носило назву «електронного телескопа». Воно використовувалося для того, щоб приймати і передавати телевізійні сигнали.

Диск, що передає сигнал в перших телевізорах, мав 300 отворів. Трансляючи грубу і нечітку, механічну картинку, він виявився рубіжною рисою, яка розділила позаминулої і минуле століття.

Людина не зупиняється на досягнутому. Прагнення до досконалості – основа його сутності – стає першопричиною відкриттів. Великі уми не задовольнилися якістю зображення, і працювали над тим, щоб казкова тарілочка з золотою облямівкою передавала чіткі сигнали. Наступним етапом розвитку думки стала висока якість передачі сигналів. На екрані вже можна було розрізнити дрібні подробиці, особи людей. Прорив в області здійснив швед Джон Берд. Використовуючи став на той час знаменитий диск Нипкова або «електронний телескоп», як його називали в патентному документі, йому вдалося досягти чіткого сигналу.

Саме Джон Берд першим створив Телесистем, яка передавала не просто картинку, а зображення в русі. 1925 рік – це та дата, коли було створено пристрій. Досягнення інженера стало плацдармом для розвитку малострочного або механічного телебачення. Механічні системи займали чільні позиції на ринку телевізорів досить довго, аж до кінця 40-х років минулого століття. Тільки переступивши рубіж другої половини ХХ століття, людство перейшло на телевізори електронного типу.

Телевізор не відразу став популярним. Так, сьогодні канали та передачі задовольняють цікавість користувачів, але на початку минулого століття все було по-іншому. У людей не було коштів на покупку, у магазину – асортименту, а у телевізійних апаратів – відповідної якості.

Перші фільми були про рух локомотивів, роботі представників різних професій. Як тільки стало можливим масове виробництво телевізорів, активно стала розвиватися телеіндустрія – створювали телешоу, знімали художнє кіно.

Інформаційні засоби не залишилися непоміченими державною машиною. Телевізор стали активно формувати масову свідомість громадян. Регулярне телемовлення вперше з'явилося в 1936 році у

Великобританії, трохи пізніше – в Німеччині. Рухома картинка в поєднанні зі звуком здобула набагато більший ефект, ніж книги та радіо разом узяті. Розвиток телебачення стало початком формування масової культури, якою ми її бачимо нині.

Механічні телевізори спочатку не давали гідної якості зображення, володіли обмеженим ресурсом розвитку і вдосконалення (рис. 68). Ось чому японським і американським фізикам і інженерам доводилося вдаватися до електронних засобів.



Рисунок 68 – Механічні телевізори

У 1933 році досліди зі створення електронних телевізорів увінчалися успіхом. Прорив зробив американський вчений, виходець з СРСР, Володимир Зворикін. Дослідник винайшов катодний трубку, яка аж до недавнього часу була обов'язковою частиною всіх телевізорів. Всього три роки знадобилося вченому, щоб створити на підставі власного винаходу перший електронний телевізор, який можна використовувати поза лабораторними умовами. З цього моменту бере початок масове телебачення.

Американська лабораторія RCA У 1939 році презентувала світу перший апарат, створений спеціально для використання в побуті (рис. 69). Це була модель RCS TT-5. Любителі перегляду телепередач, які звикли дивитися улюблені шоу з плоских екранів, що висять на стіні, немов картина, були б дуже здивовані, побачивши цей громіздкий прилад, що нагадує дерев'яний ящик. Екран при цьому був невеликим, як у сучасного телефону середніх розмірів – 5 дюймів. У це складно повірити користувачам, які звикли широкоформатних телевізорів з бездротовими інтерфейсами.



Рисунок 69 – Американська лабораторія RCA У 1939 році презентувала світу модель RCS TT-5

Прагнення до досконалості позбавила змоги дослідникам почити на лаврах. У 1960 році радіолампи були скинуті, поступившись місцем напівпровідників. З того часу телевізори стали дуже затребуваним товаром. Провідні фірми-виробники трудилися над створенням досконалих модифікацій. Для передачі сигналу були задіяні мікросхеми. Сучасні ж технології дозволили укласти необхідні для роботи елементи в єдиній мікросхемі.

Телевізор перестав бути «ящиком» і став картинкою. З кожним днем темпи розвитку набирають оберті, відкривають перед користувачами нові можливості. Аналогове телебачення практично повністю вичерпало себе. Йому на зміну приходить супутникове і цифрове телебачення.

Перший телевізор на території СРСР зібрали в 1932 році. Механічна модифікація іменувалася Б-2. В цей же час починає проводитися досвідчений телесеанс. Постійний телецентр з'явився в 1937 році. Спочатку його використовували в досвідчених цілях. Експерименти закінчилися через 2 роки, в 1939 року телемовлення набуло регулярний характер. У період Другої світової війни розвиток телебачення, як і саме телемовлення, було перервано. Телецентр знову почав мовлення до кінця другої світової війни.

Народження електронної моделі популярного телевізора КВН 49 датується 1949 роком. Пристрій мав екран з невеликою діагоналлю. Для роботи пристрою застосовувалася лінза, куди заливали дистиллят. Конструкція апарату удосконалювалася, хоча до моделей навіть 2016 року їй було далеко.

Таблиця 3. Основні віхи розвитку телемовлення в СРСР:

1951 рік	Старт щоденного телемовлення
1957 рік	Організація Держкомітету по радіомовленню і телебаченню
1964 рік	Перша телетрансляція з використанням супутникового сигналу
1967 рік	Початок випуску кольорових телевізорів
Початок 1990-х	Трансляція по всій Україні програм Центрального телебачення



Рисунок 70 – Механічне телебачення

Кольорове телебачення з'явилося в 1928 році. Барвисті картинки, трансльовані по ТБ, пов'язані з ім'ям винахідника Володимира Зворикіна, який створив кольоровий телевізор. Хоча свідомість пов'язує кольорове ТБ з другою половиною ХХ століття, перший пристрій, яке ретранслювало зображення в кольорі, з'явилося в 1928 році. Технічні можливості так і не дозволили запустити його в масове виробництво.

Задумане вдалося реалізувати тільки до 50-х років, а точніше до 1954 року. Світ побачив перші кольорові телевізори з екраном на 15 дюймів. Їх батьком виявилася корпорація RCA.

Через деякий час на ринку з'явилися 19-, також 21-дюймові модифікації. Їх вартість перевищувала тисячу доларів. Подібна розкіш була по кишені не кожному обивателю – масам доводилося задовольнятися більш демократичними варіантами.

З кінця ХХ століття телевізори перетворюються практично повністю (рис. 71). Чи не переживаючи особливих зовнішніх змін, телевізори еволюціонували "зсередини". Експерименти конструкторів були направлені на впровадження мікросхем, які замінили традиційні напівпровідники, які свого часу змінили лампи. Замість дерева поступово починають використовувати пластик для створення корпусу.

З 90-х років відзначається спад попиту на телевізори. Це пояснюється просто: ринок наситився. Практично в кожному будинку є

телевізор, а то й не один. У відповідь на падіння споживчого інтересу виробники впроваджують революційні технології: керування здійснюється дистанційно, з використанням пульта; завдяки застосуванню укороченого кінескопа телевізори стають більш «плоскими». з'являються плазмові технології.



Рисунок 71 – Телевізори з кінця ХХ століття

Слід особливо зупинитися на винахід плазмових телевізорів. Цікаво, хто їх придумав? Його творців було кілька – співробітники Іллінойського університету. Серед них – Д. Битцер, Г. Слоттоу. Вони презентували експериментальний зразок на принципі плазми в 1964 році. Правда, в той момент їх інновація не знаходила практичне застосування через відсутність цифрових технологій. Тільки після того, як на зміну аналоговому телебаченню прийшла «цифра», плазмові телевізори набули поширення.

Треба сказати, що триумф плазми був недовгим. Вже на початку ХХІ століття паралельно з плазмовими починають з'являтися ЖК телевізори. До цього часу виробництво апаратів з кінескопом остаточно кануло в лету.

Використання рідких кристалів у виробництві телевізорів відкрило нові можливості перед дослідниками. Вони дозволили створювати об'ємне зображення! Чи могло це привидітися першим винахідникам, для яких досягненням була передача чіткого зображення людських облич!

Тривимірне телебачення було запущено на початку століття, хоча перші спроби створити об'ємне зображення датуються ще 1975 роком. Хто придумав 3d телевізор, сьогодні залишається загадкою, оскільки технологія розроблялася одночасно в різних кінцях світу провідними виробниками телевізійного обладнання.

З 2010 року згортається також виготовлення плазмових телевізорів. У 2015 році їх випуск остаточно припинився. Відтепер майбутнє – за LCD апаратами.

Телевізори перестали бути просто телевізорами. Сучасні екрани мають можливість виходити в інтернет, інтегруватися з домашньої комп'ютерної мережею, взаємодіяти з різноманітними пристроями типу відеокамер, фотоапаратів, флешок. Більше, ніж половина телевізорів, які випускаються сьогодні, використовують UHD дозвіл, існують моделі з вигнутим екраном (рис. 72).



Рисунок 72 – Сучасні телевізори

Тип CRT (рис. 73).

Телевізори на електронно-променевої трубці – це звичайні телевізори із традиційним скляним кінескопом. Вони значно дешевші за інші типи телевізорів, тому кінескопні телевізори були дуже поширеними, хоча-й доволі швидко втрачали свої позиції, під тиском інших видів, які ставали доступнішими для покупців.

Зображення на кінескопах з електронно-променевою трубкою утворюється шляхом потрапляння на вкриту люмінофором внутрішню поверхню кінескопу, трьох електронних променів, кожен з яких відповідає за певний колір. Промені рухаються поверхнею кінескопу аналогічно тому, як очі користувача рухаються по екрану комп'ютера. У потрібних місцях промінь запалює точку певного кольору: червоного (R), зеленого (G) або синього (B).

Переваги:

- низька вартість;
- значна історія, а отже і досвід випуску таких кінескопів призвели до того, що усі технології детально відпрацьовано;

- природне передавання кольорів;
- великий термін служби (10—15 років).

Недоліки:

- з причини геометричних викривлень і складного фокусування, розмір телевізорів з електронно-променевою трубкою, як правило, обмежений 38»;

- якщо частота оновлення екрану телевізору, нижча за 100 Гц, то за перегляду такого телевізору, дуже втомлюються очі;
- сильне електромагнітне та теплове випромінення від екрану.



Рисунок 73 – CRT-телевізор, вироблений на початку 2000-х років

Рідкокристалічний телевізор (англ. LCD).

LCD-телевізори, вважаються одним з найкращих типів телевізорів.

Переваги:

- пласке, достатньо якісне зображення (до 1920x1080 пікселів);
- деякі моделі, також, може бути використано як комп'ютерні монітори;
- можливість під'єднання до комп'ютера і передавання на телевізор зображення з сайтів;
- відсутність впливу на зображення, електромагнітних завад;
- менша шкода для очей;
- мала товщина – посідають мало місця;
- невелика вага – їх можна повісити на стіну як картину;
- низьке енергоспоживання, а отже, і теплове випромінення;
- гарний зовнішній вигляд.

Недоліки:

- порівняно висока вартість;
- помітна залежність відтінку і яскравості від куту огляду;

- деяка нерівномірність яскравості;
- не зразкове передавання кольору;
- недостатня швидкість оновлення екрану (у ранніх моделях);
- ймовірність «вигорання» пікселів через що, на екрані з'являються мерехтливі точки;
- плоскі пристрої мають меншу резонансну камеру для звукових динаміків, особливо низькочастотного, тому якість звуку багатьох плоских телевізорів, поступається звуку від телевізорів з кінескопами;
- недостатнє передавання чорного кольору.

Плазмовий телевізор.

Плазмові телевізори досягли найбільшого попиту, 2005 року. Якість картинки залишалася спірною, хоча деякі користувачі віддавали перевагу більш теплим та природним кольорам, плазмових телевізорів, у той час як інші, надавали перевагу більш жвавим і світлим кольорам LCD.

Технологія: плазмовий екран використовує групу з трьох індивідуальних ламп денного світла на кожен піксель— червоний, зелений та синій. Зміненням інтенсивності кожного кольору, дисплей може виробляти весь спектр кольорів за допомогою плазми, якою заповнена панель.

Переваги:

- плазмові телевізори — великі і відносно недорогі;
- на відміну від LCD загальний радіус огляду менше, але ефективний радіус – більше.

Недоліки:

- зображення з часом тьмяніє і контрастні кольори блякнуть;
- рідко виробляються маленьких розмірів;
- присутнє шкідливе випромінювання як і на CRT;
- високе енергоспоживання (на початку 2000 років, заборонені для ввезення до країн Європейського Союзу).

LED — телевізори.

LED-матриці, спочатку стали одним з варіантів показу відеозображення простонеба — на стадіонах, та фасадах будівель, з появою ефективних світлодіодів Ultrabright і відповідних схем. Світлодіодні технології дозволяють на теперішній час досягти найвищої

4К чіткості зображення (рис. 74). Увігнутий екран створює враження просторової глибини.

OLED-телевізор.

OLED (ОСВД — органічний світловипромінювальний діод), є діодом (LED), у якому емісійний електролюмінесцентний шар, являє собою плівку органічної сполуки, котра випромінює світло у відповідь на електричний струм. Цей шар органічного напівпровідника розташовано між двома електродами. Як правило, щонайменше, один з цих електродів, є прозорим. ОСВД використовуються для створення цифрових дисплеїв у таких пристроях, як телевізійні екрани. Він також використовується для комп'ютерних моніторів, портативних систем, наприклад як, мобільні телефони, портативні гральні консолі і КПК.

Існують два основних сімейства: OLED, засновані на малих молекулах і ті, які використовують полімери. Додавання рухливих іонів в ОСВД, створює світловипромінювальний електрохімічний елемент або LEC, який має трохи інший режим роботи. OLED-дисплеї можуть використовувати або пасивну матрицю (OLED) або активну. З активною матрицею (AMOLED ОСВД), вимагається застосування тонкоплівкових транзисторів для перемикавання кожного окремого пікселя — увімкнення або вимкнення, але забезпечують більш високу роздільність і більший розмір дисплея. OLED-дисплей працює без підсвічування. Таким чином, він може передавати глибокі рівні чорного, і може бути тонше і легше, за рідкокристалічний дисплей. В умовах низької освітленості, наприклад, як у темній кімнаті, ОСВД екран, може досягти більш високого коефіцієнту контрастності, ніж РК-дисплей.



Рисунок 74 – Телевізор-OLED

3D-телевізор.

У 1954 році у Києві, на Хрещатику, з'явився стерео-кінотеатр Орбіта, де показували стерео (3D-фільми, які мали розголос, особливо, у 1970-ті роки. У касі, разом з квитком, видавалися спеціальні чорні поляризовані окуляри для перегляду об'ємного зображення. Вплив був настільки значним, що деякі вразливі люди, особливо діти, мимовільно простягали руки, аби вхопитися, наприклад, за листочок дерева, яке «росло» на екрані.

Новий виток популярності 3D-формату, як відомо, виник завдяки «Аватару» Джеймса Кемерона. Після прем'єри цього фільму, багато продюсерів так само, вирішили випускати власні фільми у двох версіях — звичайній і 3D. Багато кінотеатрів сьогодні також, перейшли на 3D послуги.

Передумовою розвитку 3D-телевізорів, стало стрімке поширення домашнього телебачення, а кіноіндустрія шукала інновації, задля підвищення привабливості кінотеатрів для глядачів.

Активна 3D технологія.

На початку 2010 року, завдяки кільком компаніям, на ринку з'явилися телевізори та відеопроєктори, які можна було використовувати у домашніх умовах для перегляду цифрових 3D -фільмів. Для цього, потрібно було, мати активні 3D окуляри, щоб синхронізуватися зі швидкими часовими змінами зображення на 3D-екрані (100 або 120 Гц), за допомогою інфрачервоних або радіосигналів. Відповідно до дослідження, з осені 2010 по 2015 рік, близько восьми мільйонів телевізорів з 3D-технологією придбали, в одній лише, Німеччині.

Пасивна 3D технологія

Деякі фірми, також, пропонують пристрої з пасивними поляризованими екранами. На виставці IFA 2010, було представлено великий кіноекран зі світлодіодними матрицями, котрий було циркулярно поляризовано за допомогою спеціальних плівок (рис.75).

Також на виставці IFA 2010 демонструвалися кілька 3D-екранів, для яких не потрібні спеціальні окуляри, так звані автостереоскопічні дисплеї. Для цього, екран має вертикальні смужки мікро-призм, так що різні зображення досягають обох очей. Для цієї мети, проте, глядач повинен сидіти на місці; будь-який рух може вплинути на сприйняття зображення. Розміри екранів, коливалися від 56 см (18 дюймів) і 165 см

(65 дюймів). З липня 2012 року, також став доступним за межами Японії, телевізор Toshiba 55 Z12g – перший, кількісний пристрій, з можливістю перегляду 3D-зображень без окулярів. Зображення може бути 140 см (55 дюймів); роздільна здатність «4K» (у чотири рази більше пікселів, ніж Full HD).

Безокулярні 3D-технології – Autostereoscopy – застосовувалися і у перших 3D відеокамерах (Fujifilm, Sony), для використання на портативній гральній консолі Nintendo 3DS, яка повинна дозволити, як зазначено виробником, також дивитися 3D фільми на екрані, розміром з долоню. Виробник, щоправда, попереджає про шкідливий вплив для дітей у віці до шести років і літніх людей. Деякі офтальмологи, до речі, висловили думку, що немає ніяких наукових доказів шкідливого впливу 3D-зображень.

Деякі з пропонуванних 3D телевізорів і 3D Blu-Ray плеєрів, можуть перетворювати 2D телевізійні зображення у дійсному часі, на 3D.



Рисунок 75 – Пристрій з пасивним поляризованим екраном

Еволюція у дизайні телевізорів.

Телевізор – це один із найбільш популярних пристроїв, який супроводжує людину у повсякденному житті. Від дня винайдення до сьогодні пристрої пройшли дивовижну еволюцію, яка вплинула на дизайн, функціональність та впровадження новітніх технологій. Сучасні дисплеї здатні занурити у безліч світів, надаючи можливість переживати найяскравіші емоції та відкривати нові горизонти.

Перший значний крок у дизайні приладів стався тоді, коли вони змінили форму з масивних стінних скриньок на тонкі екрани. Заміна традиційних кінескопічних дисплеїв на плазмові, LCD та OLED панелі дозволила значно зменшити розміри пристроїв та зробити більш портативними. Якщо хочете мати у себе вдома витвір мистецтва, вам варто купити телевізор 32 дюйми, щоб насолоджуватися переглядом

улюбленого контенту. Покращення функціональності забезпечує яскравіші кольори, вищу роздільну здатність та кращу якість зображення. Першим кроком у передовій еволюції стала поява кольорових телевізорів. Новий етап наукових досліджень та технологічних відкриттів дозволив перейти від чорно-білого до кольорового зображення, що робило телебачення ще більш захопливим та реалістичним. У 1960-х роках виникла нова технологія — плазмові дисплеї, котрі дозволили створювати тонкі прилади зі складними геометричними формами. Пізніше були розроблені РК-екрани, які стали популярними та ефективними.

Сучасні телевізори не обмежуються тільки функціональністю. Виробники звертають увагу не тільки на технологічність, а й зовнішній вигляд пристроїв, надаючи пріоритет естетиці та мінімалістичному дизайну.

Для осучаснення телевізорів виробники використовують:

- тонкі рамки;
- плавні криві;
- елегантний зовнішній вигляд.

Крім того, телевізори почали адаптувати до оформлення приміщень, забезпечуючи асортимент кольорів та матеріалів для вибагливих клієнтів.

Smart TV – телевізор із вбудованим доступом в інтернет або телевізійний ресивер, який примножує можливості сучасного телевізора. Smart TV являє собою комп'ютерну систему, інтегрується в телевізор і, найчастіше, допускає установку додаткових додатків і послуг. Пристрій працює на операційній системі, відкриваючи великі можливості для розробників додатків.

Концепція Smart TV знаходиться на початковому етапі, але стрімко доповнюється програмним забезпеченням, таким, як Google TV і XBMC. Технологія активно висвітлюється в ЗМІ, а також стимулює виробників техніки, таких, як Samsung, Sony, LG і інших до розробки продуктів з функціями пошуку, установки додатків (також доступних через онлайн-магазини), підтримкою інтерактивних ЗМІ, персоналізованого спілкування, а також соціальних медіа.

Основне завдання, яке вирішують виробники – зручність роботи з мережевими ресурсами за допомогою пультів дистанційного керування. Для вирішення цього завдання розробляються спеціалізовані пульти ДУ,

що поєднують в собі функції власне ТВ-пульта і джойстика / комп'ютерної миші, наприклад — Magic Remote від LG.

Друга завдання — це робота з контентом. Забезпечити платформи якісним контентом виявилось не просто, адже вони є прямими конкурентами телеканалів. Так, один з найвідоміших зараз сервісів, GoogleTV зіткнувся в США з відмовами великих телемереж надавати йому контент. Другим за популярністю сервісом є Apple TV.

Також телевізори з функцією Smart TV в більшості випадків підтримують зовнішні Wi-Fi адаптери, що надають бездротовий доступ до інтернету.

Однією з ключових характеристик останніх років є інтеграція пристроїв з передовими технологіями. Смартфункції, які дають доступ до інтернету та стрімінгових сервісів, стали стандартом. Голосове керування та розпізнавання жестів роблять взаємодію з телевізорами зручнішою. Технологія HDR надає більш динамічний діапазон кольорів і яскравіші зображення. Крім того, деякі моделі оснащені гнучкими або прозорими дисплеями, котрі розкривають нові можливості для дизайну та використання пристроїв.

Телевізори стали невіддільною частиною повсякденного життя. Їх еволюція відбувалася протягом десятиліть: від стінних скриньок до тонких плоских екранів, від простої функціональності до шедеврів технології. Виробники створюють пристрої, враховуючи побажання користувачів. Саме тому телевізори перетворилися з джерела інформації

Сучасні телеприймачі були створені не одразу. Багато хто з нас ще пам'ятає лампові чорно-білі та кольорові пристрої, потім застарілі моделі з трубкою, які ще можна зустріти у багатьох будинках. Після них з'явилися тонкі телевізори (плазма), потім смарт ТВ. Сьогодні це мультимедійні центри, що здатні повноцінно передавати відео найвищої якості, підтримують високу роздільну здатність, «співпрацюють» із різними фізичними та мережевими зовнішніми носіями. Вони передають сотні тисяч кольорових відтінків, забезпечують об'ємність картинки та поліфонічний звук. Їх можна використовувати як монітори, а дистанційне керування робить процес максимально комфортним.

Розвиток технології телевізорів щодня радує користувачів все новими можливостями. Фантазія людини воістину не знає кордонів, вчені будуть шукати шляхи здійснення сміливих рішень. Сьогодні світ говорить про інноваційні екранах, які дозволяють переглядати об'ємне зображення

без застосування спеціальних окулярів. Телеіндустрія переформатується на трансляцію передач в тривимірному обсязі.

6.3 Ігрові консолі

Перші ігрові пристрої мали механічні складові та використовували фізичні механізми для створення гри. Одним з найвідоміших прикладів є гра "Tennis for Two", створена в 1958 році інженером Вільямом Гігсботам на основі осцилографа. Гравці могли керувати ракеткою та відбивати м'яч, використовуючи прості регулятори.

У 1972 році компанія Magnavox випустила першу домашню ігрову консоль під назвою Magnavox Odyssey (рис. 76). Ця консоль використовувала картонні картки та електронічні схеми для створення різних ігрових сценаріїв. Гравці могли змінювати картки, що дозволяло їм грати в різноманітні ігри, від спортивних симуляторів до стратегічних ігор.



Рисунок 76 – Magnavox Odyssey

У 1977 році Atari випустила легендарну ігрову консоль Atari 2600, яка стала однією з перших консолей, що використовували картриджі з іграми. Ця консоль встановила стандарт для майбутніх ігрових систем і внесла великий вклад у популяризацію відеоігор серед гравців у всьому світі.



Рисунок 77 – Консоль Atari 2600

У той же час розвивалися ігрові автомати, які з'явилися в аркадах та ігрових залах. Ці автомати були дуже популярні серед гравців і здебільшого мали прості графічні та звукові ефекти, але вони надали гравцям можливість змагатися один з одним та відчувати справжню азартну атмосферу гри.

З розвитком технологій ігрові пристрої почали отримувати все більш вдосконалені функції, включаючи покращені графічні можливості, звукові ефекти та можливість грати в мережі з іншими гравцями. Цей постійний розвиток та інновації створили основу для розквіту ігрової індустрії, яка продовжує радувати гравців усього світу з різних платформ і пристроїв. І хоча перші ігрові пристрої можуть здатися дуже простими порівняно із сучасними системами, їхній внесок у створення ігрової культури і технологічний прогрес важко переоцінити.

Розглянемо покоління ігрових консолей та їх побудову.

Перше покоління (1972-1980).

Перші ігрові консоли з'явилися в 1972 році, коли компанія Magnavox випустила Magnavox Odyssey. Ця консоль використовувала прості механічні компоненти та проводи для створення графіки на екрані телевізора. Ігри для неї були вбудовані без можливості зміни, і вони нагадували класичні настільні ігри. Ці ранні консоли були результатом досліджень і розробок, які проводилися в 60-х і навіть 50-х роках, коли деяким передовим свого часу вдалося створити інтерактивні системи на телевізорах, які були ембріоном того, що ми пізніше дізнаємося як *Pong*. Кілька палиць, якими гравець міг рухати по екрану та вдаряти по точці, яка рухалася з одного боку на інший, щоб отримати очко, коли вона перевищувала будь-яку сторону екрана. І перша з усіх цих спроб привела до того, що Magnavox (Philips в Європі) заволоділа концепцією, розробленою одним із батьків відеоігор Ральфом Бером.

Друге покоління (1976-1992).

Друге покоління ігрових консолей призначалося вже для більшого широкого кола користувачів. В цей період були випущені така легендарна консоль, як Atari 2600. З'явилися картриджі, що дозволяли легко змінювати ігри, а також було поліпшено графіку та звук. Відеоігри роблять стрибок у якості, і з'являються машини, які, зберігаючи дистанцію, знаменують початок шляху створення консолей на компонентах, які ми всі знаємо. Це час включення чіпів від таких брендів, як Zilog (з його Z80), Intel, Fairchild, Motorola тощо, які мають потужність від 1,5 до 3 МГц., тобто передісторія

обчислень. все одно, саме в цей момент колір починає досягати екранів відеоігор, без шаблонів для розміщення на телебаченні та навіть маркерів для нарахування балів. Також лунають перші звукові ефекти та мелодії, адаптовані до того, що відбувається на екрані, а також ласна графіка, щоб показати нам ковбоїв, боліди Формули-1 і навіть космічні кораблі.

Третє покоління (1983-1993): 16-бітні консолі та 3D графіка.

У цей період ігрові консолі отримали 16-бітні процесори, що дозволило їм обробляти більше даних за один цикл. Sega Genesis та Super Nintendo Entertainment System (SNES) були представниками цього покоління. Також у цей час були винайдені та вперше використані 3D графіка та звук, що відкрило шлях до нових ігрових можливостей.

Четверте покоління (1987—1995).

Також відомі як 16-розрядні консолі, настав час вибуху в усьому світі з квантовим стрибком у якості ігор завдяки першокласним технологічним доповненням. Вони не тільки збільшують потужність і швидкість процесорів машин, але й палітру кольорів і досконалість аудіосекції. Практично загалом, картридж витриманий як формат публікувати ігри та новупартію консолей, яка дебютувала в 1987 році з однією з найбільш пам'ятних моделей: NEC TurboGrafx 16.

Невдовзі, наприкінці десятиліття, SEGA вирішить запустити наступника Master System, Mega Drive, який приземлиться в 1988 році з місією принести розважальні ігри в наш дім. Результатом цього наміру стали б чудові його екранізації *Змінений звір* о *Золотий Сокира*. У 1991 році він матиме а *звуковий* під рукою, поки Nintendo продовжує досягати успіху по всій планеті з NES. Незважаючи на це, він незабаром усвідомив невеликий недолік, який мав, і наприкінці 1990 року випустив на ринок свою нову консоль Super Nintendo з кращим апаратним забезпеченням, ніж конкуренти, але з недоліком часу, який потрібен був для реагування.

Покоління завершилося тим, що продажі SNES досягли майже 50 мільйонів одиниць, Mega Drive досягає 40, а TurboGrafx 16 залишається лише на 10. Інші відомі консолі того часу, такі як відома SNK Neo Geo, ледве досягли 400.000 XNUMX по всьому світу. Цифра, яку слід взяти до уваги для дуже, дуже дорогої машини, і це, так, принесло досвід аркад у наш дім, не втративши ні краплі своєї якості.

П'яте покоління (1993—1999).

Це покоління відзначилося випуском таких консолей, як Sony PlayStation, Nintendo 64 та Sega Saturn. Вони мали 32-бітні або 64-бітні

процесори, що дозволяло створювати більш складні 3D ігри, а також використовувати CD-ROM для зберігання даних. Окрім PSX, 3Do намагався закріпитися завдяки тісній співпраці з Electronic Arts; Jaguar рекламувався як 64- розрядна машина, але її технічні обмеження та формат картриджа ледве дозволяли їй навіть конкурувати, не кажучи вже про компакт-диск. Як і PC- FX, він ніколи не залишав Японію, і Nec вирішив зайнятися іншими речами, залишивши індустрію відеоігор позаду. Що стосується ноутбуків, то поширення моделей, які прагнуть конкурувати з Game Boy. Народжуються Neo Geo Pocket від SNK (звичайний і кольоровий), Wonderswan від Bandai та інші гаджети, такі як Game.com від Tiger або PocketStation від Sony, які є більше тамагочі, ніж будь-чим іншим.

Шосте покоління (1999—2004).

У цьому періоді ігрові консолі, такі як Sony PlayStation 2, Microsoft Xbox, та Nintendo GameCube, почали використовувати DVD-диски, що дозволило збільшити обсяг зберігання даних. Інтернет-підключення дозволило гравцям з усього світу грати онлайн, а вперше з'явилися консолі з підтримкою високої роздільної здатності (HD) З шостою хвилею консолей галузь починає концентруватися, ставки від брендів, які не є традиційними, на ринку перестають з'являтися, і Sony закріплюється як головний конкурент, якого потрібно перемогти. Такі кваліфікатори, як 64 або 128 біт, зрештою використовуються для позначення цих машин, і Sega відчайдушно намагається ще раз, перш ніж кинути рушник і зосередитися на розробці програмного забезпечення замість апаратного забезпечення. все одно у 1998 році ми бачимо запуск Dreamcast, та, яка для багатьох є найкращою машиною батьків Соніка, і якій не дали можливості досягти успіху через величезний успіх, яким користувалася PlayStation, коли вона потрапила в магазини.

Розробники, переслідувані успіхом PSX, сліпо довіряв PS2, коли вона потрапила в магазини у 2000 році, незважаючи на те, що програмування для неї було справжнім випробуванням. Незважаючи на це, він став практично єдиною успішною машиною того часу, оскільки Nintendo, все ще продовжуючи життя своєї Nintendo 64, не контратакувала до 2002 року, випустивши GameCube: першу настільну консоль компанії з форматом диска (міні) і що не досягла тих цифр, на які розраховували японці.

Сьоме покоління (2005—2011).

Це покоління включає Xbox 360, PlayStation 3 та Wii. Вони мали потужні процесори, здатні відтворювати ігри у високій роздільності, а також вперше використовували рухові контролери, такі як Wii Remote та PlayStation Move. Безсумнівно, ми перед тим, що ми можемо вважати покоління, яке встановлює стандарти якості графіки це зберігається й сьогодні, з деякими більш ніж очевидними досягненнями, але стрибок у продуктивності цього покоління залишив далеко позаду ті, що спостерігалися на PS2, Xbox, Dreamcast та GameCube.

Восьме покоління (2012—до нині).

Представники цього покоління, такі як PlayStation 4, Xbox One, Nintendo Switch і пізніше випущені, використовують передові технології, включаючи віртуальну реальність, облачне зберігання та 4K графіку. Ці системи також зосереджуються на соціальних та мультимедійних можливостях, забезпечуючи гравцям найбільш різноманітний ігровий досвід. У нас були сумніви щодо того, як ставитися до цієї віхи в історії відеоігор, як це було перший запуск середнього покоління, перегляд апаратного забезпечення машин на ринку, що збільшило їх графічні можливості та допомогло трохи покращити віртуальну реальність PSVR.

Це було в листопаді 2016 року Sony вирішила випустити в магазини набагато потужнішу модель здатний досягати роздільної здатності 4K (у цьому випадку завищеної), яка була заборонена в оригінальній PS4. Результатом є надзвичайно швидка машина, яка покращує ігровий досвід порівняно зі стандартними версіями. Цей рух також отримав відповідь з боку Microsoft, яка відреагувала через рік новою моделлю Xbox One. Результатом став Project Scorpio, пізніше відомий як Xbox One X, обладнання, яке надійшло 7 листопада 2017 року і що завдяки більш компактному розміру, ніж оригінальна модель Xbox One 2013 року, він побив усі рекорди продуктивності графіки, які бачили до того часу. Ганьба цього кроку Microsoft полягає в тому, що він стався тоді, коли доля покоління вже була визначена, і він не міг переломити величезну різницю в продажах між двома платформами. З цього приводу. у нас був справжній рідний 4K.

Дев'яте покоління (2020 – до нині).

PlayStation 5 (2020), Xbox Series X/S (2020): Значно покращена графіка, підтримка високої роздільної здатності (8K), велика швидкість завантаження завдяки використанню SSD, а також покращені можливості

гри в режимі онлайн та стрімінгові сервіси. Ці нові консолі забезпечують трасування променів, якісний стрибок у концепції та розробці відеоігор, які обіцяють практично фотореалістичне середовище (рис. 78).



Рисунок 78 – Сучасні ігрові пристрої

Консольна культура у Сполучених Штатах Америки є досить розвиненою і різноманітною. Вона виникла в середині 20-го століття, коли на ринку з'явилися перші гральні консолі. Геймінг став важливою частиною американської поп-культури, що сприяло виникненню великої кількості відомих геймінгових компаній, таких як Nintendo, Sony, та Microsoft. Гравці в США мають можливість вибирати з широкого асортименту ігор усіх жанрів, від шутерів до рольових ігор. Крім того, консольна культура сприяє розвитку мультиплеєрних ігор, де гравці можуть спілкуватися та взаємодіяти між собою онлайн.

У той час як у США геймінг став великою галуззю розваг, радянська культура в Україні була впливована ідеологією комунізму. Гральні консолі та ігри були рідкісним явищем, і доступ до них був обмеженим. Замість того, радянські громадяни зазвичай займалися іншими видами розваг, такими як читання, спорт або відвідування кінотеатрів.

Із часом, із зростанням впливу заходів і розвитком технологій, геймінг став більш популярним і в Україні. Молодь почала відкривати для себе світ відомих геймінгових титулів і консолей, які дозволяють їм взяти участь у глобальній консольній культурі.

Ігрові консолі відіграли значну роль у розвитку технологій, особливо в галузі графіки, звуку та обчислювальної потужності. Ось кілька способів, які ігрові консолі внесли внесок у технологічний прогрес:

- графіка та візуальні ефекти: ігрові консолі постійно стимулюють розвиток графіки у відеоіграх. Кожне нове покоління консолей принесло з собою поліпшення у роздільній здатності, деталізації, освітленні та текстурах. Це спонукало розробників створювати більш складні та реалістичні графічні ефекти;

- швидкість обробки інформації: ігрові консолі потужні та оптимізовані для геймінгу, що сприяло розвитку високопродуктивних мікросхем, які можуть обробляти великі обсяги даних в реальному часі. Це знатно підвищило якість графіки, фізику та штучний інтелект у відеоіграх;

- звукові технології: розвиток аудіотехнологій у ігрових консолях призвів до створення реалістичних та іммерсивних звукових ефектів у відеоіграх. Технології звукової обробки та просторового звучання роблять геймплей більш захоплюючим і реалістичним;

- інноваційні управляючі пристрої: ігрові консолі впроваджують нові способи управління, такі як сенсорні панелі, жести та віртуальна;

- реальність: це спонукало індустрію розробляти нові методи взаємодії з комп'ютерними системами не тільки для ігор, але і для інших застосувань;

- мережні можливості: сучасні ігрові консолі надають можливість грати в інтернеті з іншими гравцями з усього світу, що спонукає розвиток;

- мережевих технологій та забезпечує стабільні та швидкі підключення;

- вплив на інші галузі: технологічні рішення, розроблені для ігрових консолей, також знаходять застосування в інших галузях, таких як віртуальна реальність, медична імітація та навчання.

Питання для самоперевірки

1. В чому полягає активна 3D-технологія?
2. В чому полягає пасивна 3D-технологія?
3. Назвіть переваги та недоліки LCD-телевізорів.
4. Назвіть переваги та недоліки плазмових телевізорів.
5. Назвіть переваги та недоліки LED-телевізорів.
6. Назвіть переваги та недоліки OLED-телевізорів.

Глава 7

Архітектура комп'ютерних мереж

Мережа – це сукупність об'єктів, що утворюються пристроями передачі і обробки даних. Міжнародна організація по стандартизації визначила обчислювальну мережу як послідовну біт-орієнтовану передачу інформації між пов'язаними один з одним незалежними пристроями.

Мережі звичайно знаходяться в приватному веденні користувача і займають деяку територію і за територіальною ознакою розділяються на:

- Локальні обчислювальні мережі (ЛОМ) або Local Area Network (LAN), розташовані в одному або декількох близько розташованих будівлях. ЛОМ звичайно розміщуються в рамках якої-небудь організації (корпорації, установи), тому їх називають корпоративними.

- Розподілені комп'ютерні мережі, глобальні або Wide Area Network (WAN), розташовані в різних будівлях, містах і країнах, які бувають територіальними, змішаними і глобальними. Залежно від цього глобальні мережі бувають чотирьох основних видів: міські, регіональні, національні і транснаціональні. Як приклади розподілених мереж дуже великого масштабу можна назвати: Internet, EUNET, Relcom, FIDO.

До складу мережі в загальному випадку включаються наступні елементи:

- мережеві комп'ютери (оснащені мережевим адаптером);
- канали зв'язку (кабельні, супутникові, телефонні, цифрові, волоконно-оптичні, радіоканали і ін.);
- різного роду перетворювачі сигналів;
- мережеве устаткування.

Розрізняють два поняття мережі: комунікаційна мережа і інформаційна мережа (рис.79).

Комунікаційна мережа призначена для передачі даних, також вона виконує завдання, пов'язані з перетворенням даних. Комунікаційні мережі розрізняються по типу використовуваних фізичних засобів з'єднання.

Інформаційна мережа призначена для зберігання інформації і складається з інформаційних систем. На базі комунікаційної мережі може бути побудована група інформаційних мереж.

Під інформаційною системою слід розуміти систему, яка є постачальником або споживачем інформації.

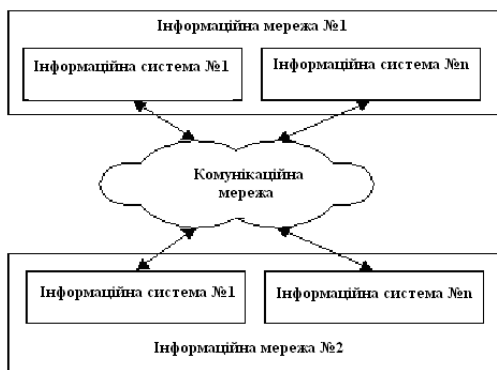


Рисунок 79 – Інформаційні і комунікаційні мережі

Комп'ютерна мережа складається з інформаційних систем і каналів зв'язку.

Під інформаційною системою слід розуміти об'єкт, здатний здійснювати зберігання, обробку або передачу інформації. До складу інформаційної системи входять: комп'ютери, програми, користувачі і інші складові, призначені для процесу обробки і передачі даних. Надалі інформаційна система, призначена для вирішення завдань користувача, називатиметься – робоча станція (client). Робоча станція в мережі відрізняється від звичайного персонального комп'ютера (ПК) наявністю мережевої карти (мережевого адаптера), каналу для передачі даних і мережевого програмного забезпечення.

Під каналом зв'язку слід розуміти шлях або засіб, по якому передаються сигнали. Засіб передачі сигналів називають абонентським, або фізичним, каналом.

Канали зв'язку (data link) створюються по лініях зв'язку за допомогою мережевого устаткування і фізичних засобів зв'язку. Фізичні засоби зв'язку побудовані на основі витих пар, коаксіальних кабелів, оптичних каналів або ефіру. Між взаємодіючими інформаційними системами через фізичні канали комунікаційної мережі і вузли комутації встановлюються логічні канали.

Логічний канал – це шлях для передачі даних від однієї системи до іншої. Логічний канал прокладається по маршруту в одному або декількох фізичних каналах. Логічний канал можна охарактеризувати, як маршрут, прокладений через фізичні канали і вузли комутації.

Інформація в мережі передається блоками даних за процедурами обміну між об'єктами. Ці процедури називають протоколами передачі даних.

Протокол – це сукупність правил, що встановлюють формат і процедури обміну інформацією між двома або декількома пристроями.

Завантаження мережі характеризується параметром, званим трафіком. Трафік (traffic) – це потік повідомлень в мережі передачі даних. Під ним розуміють кількісне вимірювання у вибраних точках мережі числа блоків даних і їх довжини, що проходять, виражене в бітах в секунду.

Істотний вплив на характеристику мережі надає метод доступу. Метод доступу – це спосіб визначення того, яка з робочих станцій зможе використовувати канал зв'язку і як управляти доступом до каналу зв'язку (кабелю).

У мережі всі робочі станції фізично сполучені між собою каналами зв'язку по певній структурі, яка називається топологією. Топологія – це опис фізичних з'єднань в мережі, вказуючий які робочі станції можуть зв'язуватися між собою. Тип топології визначає продуктивність, працездатність і надійність експлуатації робочих станцій, а також час звернення до файлового сервера. Залежно від топології мережі використовується той або інший метод доступу.

Склад основних елементів в мережі залежить від її архітектури. Архітектура – це концепція, що визначає взаємозв'язок, структуру і функції взаємодії робочих станцій в мережі. Вона передбачає логічну, функціональну і фізичну організацію технічних і програмних засобів мережі. Архітектура визначає принципи побудови і функціонування апаратного і програмного забезпечення елементів мережі.

В основному виділяють три види архітектури: архітектура термінал – головний комп'ютер, архітектура клієнт – сервер і однорангова архітектура.

Сучасні мережі можна класифікувати за різними ознаками: по віддаленості комп'ютерів, топології, призначенню, переліку послуг, що надаються, принципам управління (централізовані і децентралізовані),

методам комутації, методам доступу, видам середовища передачі, швидкостям передачі даних та ін.

Переваги використання мереж

Комп'ютерні мережі є варіантом співпраці людей і комп'ютерів, що забезпечує прискорення доставки і обробки інформації. Коли можливості комп'ютерів вирости і ПК стали доступні кожному, розвиток мереж значно прискорився.

Сполучені в мережу комп'ютери обмінюються інформацією і спільно використовують периферійне устаткування і пристрої зберігання інформації рис. 80.

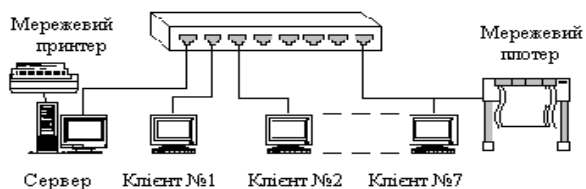


Рисунок 80 – Використання периферійного устаткування

За допомогою мереж можна розділяти ресурси і інформацію. Нижче перераховані основні завдання, які розв'язуються за допомогою робочої станції в мережі, і які важко вирішити за допомогою окремого комп'ютера:

Комп'ютерна мережа дозволить спільно використовувати периферійні пристрої, включаючи:

- принтери;
- плоттери;
- дискові накопичувачі;
- приводи CD-ROM;
- дисководи;
- стримери;
- сканери;
- факс-модеми.

Комп'ютерна мережа дозволяє спільно використовувати інформаційні ресурси:

- каталоги;
- файли;

- прикладні програми;
- ігри;
- бази даних;
- текстові процесори.

Комп'ютерна мережа дозволяє працювати з розрахованими на багато користувачів програмами, що забезпечують одночасний доступ всіх користувачів до загальних баз даних з блокуванням файлів і записів, що забезпечує цілісність даних. Будь-які програми, розроблені для стандартних ЛВС, можна використовувати в інших мережах.

Сумісне використання ресурсів забезпечить істотну економію засобів і часу. Наприклад, можна колективно використовувати один лазерний принтер замість покупки принтера кожному співробітнику або метушні з дискетами до єдиного принтера за відсутності мережі.

Організація електронної пошти. Можна використовувати ЛВС як поштову службу і розсилати службові записки, доповіді і повідомлення іншим користувачам.

Архітектура мережі визначає основні елементи мережі, характеризує її загальну логічну організацію, технічне забезпечення, програмне забезпечення, описує методи кодування. Архітектура також визначає принципи функціонування і інтерфейс користувача.

Розглянемо три види архітектури:

- архітектура термінал – головний комп'ютер;
- однорангова архітектура;
- архітектура клієнт – сервер.

7.1 Архітектура термінал – головний комп'ютер

Архітектура термінал – головний комп'ютер (terminal – host computer architecture) – це концепція інформаційної мережі, в якій вся обробка даних здійснюється одним або групою головних комп'ютерів.

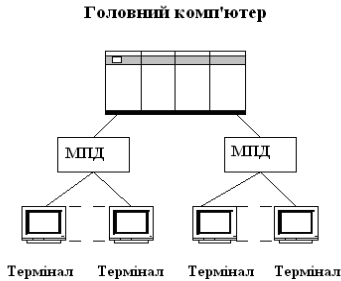


Рисунок 81– Архітектура термінал – головний комп'ютер

Дана архітектура припускає два типу устаткування:

- головний комп'ютер, де здійснюється управління мережею, зберігання і обробка даних;
- термінали, призначені для передачі головному комп'ютеру команд на організацію сеансів і виконання завдань, введення даних для виконання завдань і отримання результатів.

Головний комп'ютер через мультиплексори передачі даних (МПД) взаємодіють з терміналами, як представлено на рис. 81.

Класичний приклад архітектури мережі з головними комп'ютерами – системна мережева архітектура (System Network Architecture – SNA).

7.2 Однорангова архітектура

Однорангова архітектура (peer-to-peer architecture) – це концепція інформаційної мережі, в якій її ресурси розосереджені по всіх системах. Дана архітектура характеризується тим, що в ній всі системи рівноправні.

До однорангових мереж відносяться малі мережі, де будь-яка робоча станція може виконувати одночасно функції файлового сервера і робочої станції. У однорангових ЛОМ дисковий простір і файли на будь-якому комп'ютері можуть бути загальними. Щоб ресурс став загальним, його необхідно віддати в загальне користування, використовуючи служби видаленого доступу мережевих однорангових операційних систем. Залежно від того, як буде встановлений захист даних, інші користувачі

зможуть користуватися файлами відразу ж після їх створення. Однорангові ЛОМ достатньо хороші тільки для невеликих робочих груп.

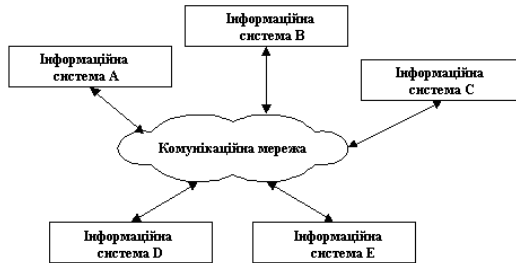


Рисунок 82 – Однорангова архітектура

Однорангові ЛОМ є найбільш легким і дешевим типом мереж для установки. Вони на комп'ютері вимагають, окрім мережевої карти і мережевого носія, тільки операційної системи Windows 95 або Windows for Workgroups. При з'єднанні комп'ютерів, користувачі можуть надавати ресурси і інформацію в сумісне користування.

Однорангові мережі мають наступні переваги:

- вони легкі в установці і настройці;
- окремі ПК не залежать від виділеного сервера;
- користувачі в змозі контролювати свої ресурси;
- мала вартість і легка експлуатація;
- мінімум устаткування і програмного забезпечення;
- немає необхідності в адміністраторі;
- добре підходять для мереж з кількістю користувачів, що не перевищує десяти.

Проблемою однорангової архітектури є ситуація, коли комп'ютери відключаються від мережі. У цих випадках з мережі зникають види сервісу, які вони надавали. Мережеву безпеку одночасно можна застосувати тільки до одного ресурсу, і користувач повинен пам'ятати стільки паролів, скільки мережевих ресурсів. При отриманні доступу до ресурсу, що розділяється, відчувається падіння продуктивності комп'ютера. Істотним недоліком однорангових мереж є відсутність централізованого адміністрування.

Використання однорангової архітектури не виключає застосування в тій же мережі також архітектури «термінал – головний комп'ютер» або архітектури «клієнт – сервер».

7.3. Архітектура клієнт – сервер

Архітектура клієнт – сервер (client-server architecture) – це концепція інформаційної мережі, в якій основна частина її ресурсів зосереджена в серверах, обслуговуючих своїх клієнтів (рис.83). Дана архітектура визначає два типу компонентів: сервери і клієнти.



Рисунок 83 – Архітектура клієнт – сервер

Сервер - це об'єкт, що надає сервіс іншим об'єктам мережі по їх запитам. Сервіс – це процес обслуговування клієнтів.

Сервер працює за завданнями клієнтів і управляє виконанням їх завдань. Після виконання кожного завдання сервер посилає отримані результати клієнту, що послав це завдання.

Сервісна функція в архітектурі клієнт – сервер описується комплексом прикладних програм, відповідно до якого виконуються різноманітні прикладні процеси.

Процес, який викликає сервісну функцію за допомогою певних операцій, називається клієнтом. Їм може бути програма або користувач. На рис.7 приведений перелік сервісів в архітектурі клієнт – сервер.

Клієнти – це робочі станції, які використовують ресурси сервера і надають зручні інтерфейси користувача. Інтерфейси користувача це процедури взаємодії користувача з системою або мережею.

Клієнт є ініціатором і використовує електронну пошту або інші сервіси сервера. У цьому процесі клієнт запрошує вид обслуговування, встановлює сеанс, одержує потрібні йому результати і повідомляє про закінчення роботи.

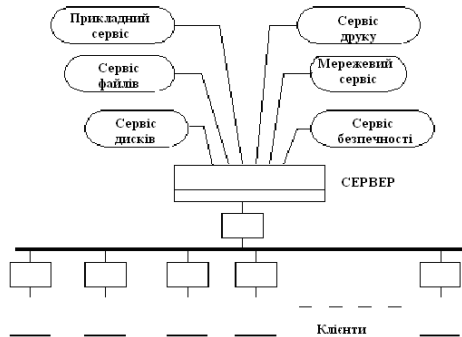


Рисунок 84 – Модель сервер клієнта

У мережах з виділеним файловим сервером на виділеному автономному ПК встановлюється серверна мережева операційна система. Цей ПК стає сервером. Програмне забезпечення (ПЗ), встановлене на робочій станції, дозволяє їй обмінюватися даними з сервером. Найбільш поширені мережеві операційні системи:

- NetWare фірми Novel;
- Windows NT фірми Microsoft;
- UNIX фірми AT&T;
- Linux.

Крім мережевої операційної системи необхідні мережеві прикладні програми, що реалізують переваги, що надаються мережею.

Мережі на базі серверів мають кращі характеристики і підвищену надійність. Сервер володіє головними ресурсами мережі, до яких звертається решта робочих станцій.

У сучасній клієнт – серверній архітектурі виділяється чотири групи об'єктів: клієнти, сервери, дані і мережеві служби. Клієнти розташовуються в системах на робочих місцях користувачів. Дані в основному зберігаються в серверах. Мережеві служби є спільно

використовуваними серверами і даними. Крім того служби управляють процедурами обробки даних.

Мережі клієнт – серверної архітектури мають наступні переваги:

- дозволяють організовувати мережі з великою кількістю робочих станцій;

- забезпечують централізоване управління обліковими записами користувачів, безпекою і доступом, що спрощує мережеве адміністрування;

- ефективний доступ до мережевих ресурсів;

- користувачу потрібен один пароль для входу в мережу і для отримання доступу до всіх ресурсів, на які розповсюджуються права користувача.

Разом з перевагами мережі клієнт – серверної архітектури мають і ряд недоліків:

- несправність сервера може зробити мережу непридатною, як мінімум втрату мережевих ресурсів;

- вимагають кваліфікованого персоналу для адміністрування;

- мають вищу вартість мереж і мережевого устаткування.

Вибір архітектури мережі залежить від призначення мережі, кількості робочих станцій і від виконуваних на ній дій.

Слід вибрати однорангову мережу, якщо:

- кількість користувачів не перевищує десяти;

- всі машини знаходяться близько один від одного;

- мають місце невеликі фінансові можливості;

- немає необхідності в спеціалізованому сервері, такому як сервер БД, факс-сервер або який-небудь інший;

- немає можливості або необхідності в централізованому адмініструванні.

7.4. Базові топології мереж

Термін «топологія», чи «топологія мережі», характеризує фізичне розташування комп'ютерів, кабелів і інших компонентів мережі. Топологія — це стандартний термін, що використовується професіоналами для опису формування мережі. Крім терміна «топологія», для опису фізичного компонування вживають також наступні:

- фізичне розташування;
- компонування;
- діаграма;
- карта.

Топологія мережі обумовлює її характеристики. Зокрема, вибір тієї чи іншої топології впливає:

- на склад необхідного мережевого устаткування;
- на характеристики мережевого устаткування;
- на можливості розширення мережі;
- на засіб керування мережею.

Щоб спільно використовувати ресурси або виконувати інші мережеві задачі, комп'ютери повинні бути підключені один до одного. Для цієї мети в більшості мереж застосовується кабель, чи використовується один з безпроводних засобів зв'язку.

Однак просто підключити комп'ютер до кабелю, що з'єднує інші комп'ютери, не досить. Різні типи кабелів у сполученні з різними мережевими платами, мережевими операційними системами та іншими компонентами вимагають і різного взаємного розташування комп'ютерів.

Кожна топологія мережі накладає ряд умов. Наприклад, вона може диктувати не тільки тип кабелю, але і засоби його прокладки. Топологія може також визначати спосіб взаємодії комп'ютерів у мережі. Різним видам топологій відповідають різні методи взаємодії, і ці методи дуже впливають на мережу.

Усі мережі будуються на основі трьох базових топологій:

- шина (bus);
- зірка (star);
- кільце (ring).

Якщо комп'ютери підключені уздовж одного кабелю (сегмента (segment)), то топологія називається шиною. У тому випадку, коли комп'ютери підключені до сегментів кабелю, що виходить з однієї крапки, чи концентратора, топологія називається зіркою. Якщо кабель, до якого підключені комп'ютери, замкнут у кільце, така топологія зветься «кільце».

Хоча самі по собі базові топології нескладні, у реальності часто зустрічаються досить складні комбінації, що поєднують властивості декількох топологій.

7.5 Шинна топологія, принцип функціонування

Шинна топологія часто застосовується в невеликих, простих чи тимчасових мережевих інсталяціях. Організація мережі із шинною топологією представлена на рисунку 85.

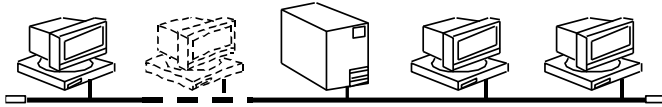


Рисунок 85 – Комп'ютерна мережа із шинною топологією

У типовій мережі із шинною топологією кабель містить одну чи більш пар провідників, а активні схеми посилення чи сигналу передачі його від одного комп'ютера до іншого відсутні. Таким чином, шинна топологія є пасивною. Коли одна машина посилає сигнал по кабелю, всі інші вузли одержують цю інформацію, але тільки один з них (адреса, якого збігається з адресою, яка закодована у повідомленні) приймає її. Інші комп'ютери повідомлення не сприймають.

В кожен момент часу відправляти повідомлення може тільки один комп'ютер, тому число підключених до мережі машин значно впливає на її швидкість. Перед передачею даних комп'ютер повинен очікувати звільнення шини. Зазначені фактори діють також у кільцевій і зіркоподібній мережах.

Ще одним важливим фактором є кінцеве навантаження. Оскільки шинна топологія є пасивною, електричний сигнал від комп'ютера який веде передачу вільно подорожує по всій довжині кабелю. Без кінцевого навантаження сигнал досягає кінця кабелю, відбивається і йде у зворотному напрямку. Таке відображення зацикленням (ringing). Для запобігання подібного явища до обох кінців кабельного сегмента підключається кінцеве навантаження (термінатор). Термінатори поглинають електричний сигнал і запобігають його відображенню. У мережах із шинною топологією кабелі не можна залишати без кінцевого навантаження.

Прикладом недорогої мережі із шинною топологією є Ethernet 10Base2 (таку мережу називають також "тонкою" Ethernet).

Якщо в мережі із шинною топологією виникають проблеми, переконайтесь, що до кабелю підключене кінцеве навантаження. У

мережах без кінцевого навантаження з'являються часті помилки. В результаті мережі стають некерованими.

Переваги шинної топології

Шинна топологія має декілька переваг:

1. Вона надійно працює в невеликих мережах, проста у використанні і зрозуміла.

2. Шина вимагає менше кабелю для з'єднання комп'ютерів і тому дешевше ніж інші схеми кабельних з'єднань.

3. Шинну топологію легко розширити. Два кабельних сегменти можна зістикувати в один довгий кабель за допомогою циліндричного з'єднувача BNC. Це дозволяє підключити до мережі додаткові комп'ютери.

4. Для розширення мережі із шинною топологією можна використовувати повторювач. Повторювач (repeater) підсилює сигнал і дозволяє передавати його на великі відстані.

Недоліки шинної топології

Шинна топологія має наступні недоліки:

1. Інтенсивний мережевий трафік значно знижує продуктивність такої мережі. Оскільки будь-який комп'ютер може передавати дані в довільний момент часу і в більшості мереж вони не координують один з одним моменти передачі, у мережі з шинною топологією та великим числом комп'ютерів станції часто переривають один одного, і чимала частина смуги пропускання губиться даремно. При додаванні комп'ютерів до мережі проблема ще більш збільшується.

2. Кожен циліндричний з'єднувач послабляє електричний сигнал. Тому велике їх число буде перешкоджати коректній передачі інформації із шини.

3. Мережу із шинною топологією важко діагностувати. Розрив кабелю або неправильне функціонування одного з комп'ютерів може привести до того, що інші вузли не зможуть взаємодіяти один з одним. У результаті вся мережа стає непридатною.

7.6. Зіркоподібна топологія, принцип функціонування

У топології типу "зірка" усі кабелі йдуть до комп'ютерів від центрального вузла, де вони підключаються до концентратора (hub). Така топологія представлена на рис.86.

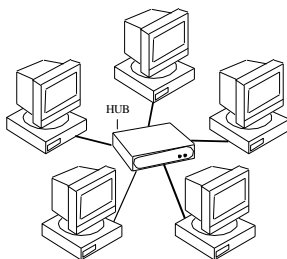


Рисунок 86 – Мережа з зіркоподібною топологією

Зіркоподібна топологія застосовується в мережах у яких кінцеві крапки досяжні з центрального вузла. Вона добре підійде в тих випадках, коли передбачається розширення мережі і потрібна висока надійність.

Кожен комп'ютер у мережі з топологією типу "зірка" взаємодіє з центральним концентратором, котрий передає повідомлення всім комп'ютерам (у зіркоподібній мережі із широкомовним розсиланням) або тільки комп'ютеру-адресату (у зіркоподібній мережі, що комутується.).

Активний концентратор регенерує електричний сигнал і посиляє його всім підключеним комп'ютерам. Такий тип концентратора часто називають багатопортовим повторювачем (multiport repeater). Для роботи активних концентраторів і комутаторів потрібен струм від мережі. Пасивні концентратори, наприклад комутаційна кабельна панель або комутаційний блок, діють як крапка з'єднання, не підсилюючи і не регенеруючи сигнал. Струму такі пристрої не вимагають.

Для реалізації мережі з топологією типу "зірка" можна застосовувати кілька типів кабелів. Гібридний концентратор дозволяє використовувати в одній зіркоподібній мережі різні типи кабелів.

Розширювати зіркоподібну мережу можна шляхом підключення замість одного з комп'ютерів ще одного концентратора і приєднання до нього додаткових машин. Так створюється гібридна зіркоподібна мережа, аналогічна представлений на рис.10.

Переваги мережі з зіркоподібною топологією

Перелічимо деякі переваги мережі з зіркоподібною топологією:

1. Така мережа допускає просту модифікацію і додавання комп'ютерів, не порушуючи іншої її частини. Досить прокласти новий кабель від комп'ютера до центрального вузла і підключити його до

концентратора. Якщо можливості центрального концентратора будуть вичерпані, варто замінити його пристроєм з більшим числом портів.

2. Центральний концентратор зіркоподібної мережі зручно використовувати для діагностики. Інтелектуальні концентратори (пристрої з мікропроцесорами, доданими для повторення мережевих сигналів) забезпечують також моніторинг і керування мережею.

Гібридна зіркоподібна мережа має декілька центральних крапок із з'єднаннями по типу "зірка" (див. рис.87).

3. Відмова одного комп'ютера не обов'язково приводить до зупинення всієї мережі. Концентратор здатен виявляти відмови та ізолювати таку машину чи мережевий кабель, що дозволяє іншій мережі продовжувати роботу.

4. В одній мережі допускається застосування декількох типів кабелів (якщо їх дозволяє використовувати концентратор).

З трьох типів мереж зіркоподібна відрізняється найбільшою гнучкістю і простотою в діагностиці у випадку відмови.

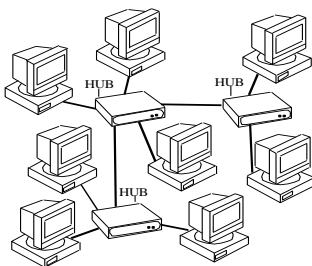


Рисунок 87 – Гібридна зіркоподібна мережа

Недоліки мережі з зіркоподібною топологією

Зіркоподібна мережа має декілька недоліків:

1. При відмові центрального концентратора стає непридатною вся мережа.

2. Багато мереж з топологією типу "зірка" вимагають застосування на центральному вузлі пристрою для ретрансляції широкомовних повідомлень або комутації мережевого трафіку.

3. Усі комп'ютери повинні з'єднуватися з центральною крапкою, що збільшує витрати кабелю. Тому такі мережі обходяться дорожче, ніж мережі з іншою топологією.

7.7. Мережі з кільцевою топологією

У кільцевій мережі кожен комп'ютер зв'язано з наступним, а останній – з першим (рис.88). Кільцева топологія застосовується в мережах, що вимагає резервування визначеної частини смуги пропусення для критичних за часом засобів (наприклад, для передачі відео й аудіо), у високопродуктивних мережах, а також при великій кількості клієнтів, що звертаються до мережі, (що вимагає її високої пропускнуої здатності).

Смугою пропусення називається здатність середовища передачі даних передавати визначений обсяг інформації.

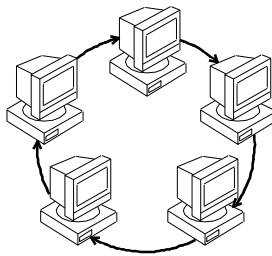


Рисунок 88 – Мережі з кільцевою топологією

Принцип роботи мереж з кільцевою топологією

У мережі з кільцевою топологією кожен комп'ютер з'єднується з наступним комп'ютером, що ретранслює ту інформацію, яку він одержує від першої машини. Завдяки такій ретрансляції мережа є активною, і в ній не виникають проблеми втрати сигналу, як у мережах із шинною топологією. Крім того, оскільки "кінця" у кільцевій мережі немає, ніяких кінцевих навантажень не потрібно.

Деякі мережі з кільцевою топологією використовують метод естафетної передачі. Спеціальне коротке повідомлення-маркер циркулює по кільцю, поки комп'ютер не побажає передати інформацію іншому вузлу. Він модифікує маркер, додає електронну адресу і дані, а потім відправляє його по кільцю. Кожний з комп'ютерів послідовно одержує даний маркер з доданою інформацією і передає його сусідній машині, поки електронна адреса не збіжиться з адресою комп'ютера-одержувача, чи маркер не повернеться до відправника. Комп'ютер, що одержав повідомлення, повертає відправнику відповідь, що підтверджує, що послання прийняте. Тоді відправник створює ще один маркер і відправляє

його в мережу, що дозволяє іншій станції перехопити маркер і почати передачу. Маркер циркулює по кільцю, поки яка-небудь зі станцій не буде готова до передачі і не захопить його.

Усі ці події відбуваються дуже часто: маркер може пройти кільце з діаметром у 200 м приблизно 10000 разів у секунду. У деяких ще більш швидких мережах циркулює відразу декілька маркерів. В інших мережових середовищах застосовуються два кільця з циркуляцією маркерів у протилежних напрямках. Така структура сприяє відновленню мережі у випадку виникнення відмовлень.

Прикладом швидкої волоконно-оптичної мережі з кільцевою топологією є FDDI (Fiber Distributed Data Interface, розподілений інтерфейс передачі даних по волоконно-оптичним каналам: стандарт, розроблений ANSI і модифікований IEEE/ISO).

Переваги мережі з кільцевою топологією

Мережа з кільцевою топологією має наступні переваги:

1. Оскільки всім комп'ютерам дається рівний доступ до маркера, ніхто з них не зможе монополізувати мережу.
2. Справедливе спільне використання мережі забезпечує поступове зниження її продуктивності у випадку збільшення числа користувачів і перевантаження.

Недоліки мережі з кільцевою топологією

Мережі з кільцевою топологією властиві наступні недоліки:

1. Відмова одного комп'ютера в мережі може вплинути на працездатність усієї мережі.
2. Кільцеву мережу важко діагностувати.
3. Додавання або видалення комп'ютера змушує розривати мережу.

7.8. Змішані топології: шинно-зіркоподібна і зіркоподібна-кільцева

Сьогодні можна зустріти мережі, у яких сполучаються шинна, зіркоподібна і кільцева топології. Дві найбільш розповсюджені комбінації представлені на рис.89.

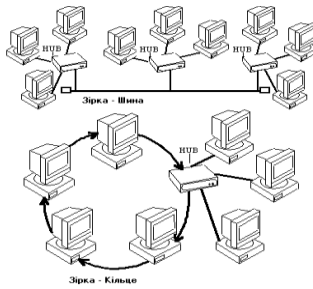


Рисунок 89 – Шино-зіркоподібна і зіркоподібна-кільцева топологія

Шино-зіркоподібна топологія комбінує мережі типу "зірка" і "шина", зв'язуючи декілька концентраторів шинними магістралями. Якщо один з комп'ютерів відмовляє, концентратор може виявити вузол, що відмовив, і ізолювати несправну машину. При відмові концентратора з'єднані з ним комп'ютери не зможуть взаємодіяти з мережею, а шина розірветься на два не зв'язаних один з одним сегмента.

Питання для самоперевірки

1. Що краще за все характеризує топологію «кільце»?
2. Що краще за все характеризує топологію «шина»?
3. Що краще за все характеризує топологію «зірка»?
4. Яка топологія є пасивною?
5. Що таке однорангова мережа?
6. Для чого потрібен виділений сервер?
7. Що таке комп'ютерна адреса?
8. Які мережі називають робочими групами?
9. Що таке маркер і в яких топологіях він використовується?
10. Якщо питання захисту даних є важливими, яку мережу слід вибрати?

Глава 8

Фізичне середовище передачі даних

8.1. Мережний кабель

Кабель — це достатньо складний виріб, що складається з провідників, шарів екрану і ізоляції. В деяких випадках до складу кабелю входять роз'єми, за допомогою яких кабелі приєднуються до устаткування. Окрім цього, для забезпечення швидкої перекомутації кабелів і устаткування використовуються різні електромеханічні пристрої, звані кросовими секціями, кросовими коробками або шафами.

У комп'ютерних мережах застосовуються кабелі, що задовольняють певним стандартам, що дозволяє будувати кабельну систему мережі з кабелів і сполучних пристроїв різних виробників. Сьогодні найбільш споживаними стандартами в світовій практиці є наступні.

Американський стандарт EIA/TIA-568A, який був розроблений спільними зусиллями декількох організацій: ANSI, EIA/TIA і лабораторією Underwriters Labs (UL). Стандарт EIA/TIA-568 розроблений на основі попередньої версії стандарту EIA/TIA-568 і доповнень до цього стандарту TSB-36 і TSB-40A.

Міжнародний стандарт ISO/IEC 11801. Європейський стандарт EN50173.

Ці стандарти близькі між собою і по багатьох позиціях пред'являють до кабелів ідентичні вимоги. Проте є і відмінності між цими стандартами, наприклад, в міжнародний стандарт 11801 і європейський EN50173 увійшли деякі типи кабелів, які відсутні в стандарті EIA/TIA-568A.

До появи стандарту EIA/TIA велику роль грав американський стандарт системи категорій кабелів Underwriters Labs, розроблений спільно з компанією Anixter. Пізніше цей стандарт увійшов до стандарту EIA/TIA-568.

Окрім цих відкритих стандартів, багато компаній свого часу розробили свої фірмові стандарти, з яких дотепер має практичне значення тільки один — стандарт компанії IBM.

При стандартизації кабелів прийнятий незалежний підхід. Це означає, що в стандарті обмовляються електричні, оптичні і механічні характеристики, яким повинен задовольняти той або інший тип кабелю або сполучного виробу — роз'єму, кросової коробки і т.п. Проте для якого протоколу призначений даний кабель, стандарт не обумовлює. Тому не можна придбати кабель для протоколу Ethernet або FDDI, потрібно просто знати, які типи стандартних кабелів підтримують протоколи Ethernet і FDDI.

У ранніх версіях стандартів визначалися тільки характеристики кабелів, без з'єднувачів. У останніх версіях стандартів з'явилися вимоги до сполучних елементів (документи TSB-36 і TSB-40A, що увійшли потім в стандарт 568A), а також до ліній (каналам), що представляють типову збірку елементів кабельної системи, що складається з шнура від робочої станції до розетки, самої розетки, основного кабелю (завдовжки до 90 м для витої пари), точки переходу (наприклад, ще однієї розетки або жорсткого кросового з'єднання) і шнура до активного устаткування, наприклад концентратора або комутатора.

У стандартах кабелів обмовляється достатньо багато характеристик, з яких найбільш важливі перераховані нижче.

Загасання (Attenuation) визначається як відносне зменшення амплітуди або потужності сигналу при передачі по лінії сигналу певної частоти. Загасання вимірюється в децибелах на метр для певної частоти або діапазону частот сигналу. Децибели обчислюються таким чином:

$$A=10 \cdot \log_{10} P_{\text{вих}}/P_{\text{вх}}$$

де $P_{\text{вих}}$ — потужність сигналу на виході лінії, $P_{\text{вх}}$ — потужність сигналу на вході лінії.

Перехресні наведення на ближньому кінці (Near End Cross Talk — NEXT) визначають перешкодостійкість кабелю до внутрішніх джерел перешкод, коли електромагнітне поле сигналу, що передається виходом передавача по одній парі провідників, наводить на іншу пару провідників сигнал перешкоди. Якщо до другої пари буде підключений приймач, то він може прийняти наведену внутрішню перешкоду за корисний сигнал. Показник NEXT, виражений в децибелах, рівний $10\log_{10} P_{\text{вих}}/P_{\text{нав}}$, де $P_{\text{вих}}$ — потужність вихідного сигналу, $P_{\text{нав}}$ — потужність наведеного сигналу.

Чим менше значення NEXT, тим краще кабель. Вимірюються в децибелах для певної частоти сигналу.

Імпеданс (хвильовий опір) — це повний (активне і реактивне) опір в електричному ланцюзі. Імпеданс вимірюється в Омах і є відносно постійною величиною для кабельних систем (наприклад, для коаксіальних кабелів, використовуваних в стандартах Ethernet, імпеданс кабелю повинен складати 50 Ом). Для неекранованої витієї пари найбільш часто використовувані значення імпедансу — 100 і 120 Ом. У області високих частот (100 — 200 МГц) імпеданс залежить від частоти. ($Z=R+jX$, $X=\omega L+1/\omega C$) складний сигнал – омега усереднене

Активний опір — це опір постійному струму в електричному ланцюзі. На відміну від імпедансу активний опір не залежить від частоти і зростає із збільшенням довжини кабелю.

Місткість — це властивість металевих провідників накопичувати енергію. Два електричні провідники в кабелі, розділені діелектриком, є конденсатором, здатним накопичувати заряд. Місткість є небажаною величиною, тому слід прагнути до того, щоб вона була якомога менше (іноді застосовують термін "паразитна місткість"). Високе значення місткості в кабелі приводить до спотворення сигналу і обмежує смугу пропускання лінії. Паразитна величина

Рівень зовнішнього електромагнітного випромінювання або електричний шум. Електричний шум — це небажана змінна напруга в провіднику. Електричний шум буває двох типів: фоновий і імпульсний.

Електричний шум можна також розділити на низько-, середньо- і високочастотний. Джерелами фонового електричного шуму в діапазоні до 150 кГц є лінії електропередачі, телефони і лампи денного світла; у діапазоні від 150 кГц до 20 МГц - комп'ютери, принтери, ксерокси; у діапазоні від 20 МГц до 1 ГГц — телевізійні і радіопередавачі, мікрохвильові печі.

Основними джерелами імпульсного електричного шуму є мотори, перемикачі і зварювальні агрегати. Електричний шум вимірюється в миллівольтах.

Діаметр або площа перетину провідника. Для мідних провідників достатньо споживаною є американська система AWG (American Wire Gauge), яка вводить деякі умовні типи провідників, наприклад 22 AWG, 24 AWG, 26 AWG. Чим більше номер типу провідника, тим менше його діаметр. У обчислювальних мережах найбільш споживаними є типи

провідників, приведені вище як приклади. У європейських і міжнародних стандартах діаметр провідника вказується в міліметрах.

Природно, приведений перелік характеристик далеко не повний, причому в ньому представлені тільки електромагнітні характеристики і його потрібно доповнити механічними і конструктивними характеристиками, що визначають тип ізоляції, конструкцію роз'єму і т.п.

Крім універсальних характеристик, таких, наприклад, як загасання, які застосовні для всіх типів кабелів, існують характеристики, які застосовні тільки до певного типа кабелю. Наприклад, параметр крок скручування дротів використовується тільки для характеристики витой пари, а параметр NEXТ застосовний тільки до багатопарних кабелів на основі витой пари.

Основна увага в сучасних стандартах приділяється кабелям на основі витой пари і волоконно-оптичним кабелям.

Пропускна спроможність (throughput) каналу характеризує максимально можливу швидкість передачі даних по каналу зв'язку.

Пропускна спроможність вимірюється в бітах в секунду — біт/с(послідовно), а також в похідних одиницях, таких як кілобіт в секунду (Кбіт/с), мегабіт в секунду (Мбіт/с), гігабіт в секунду (Гбіт/с) і т.д. Далі розумітимемо канал і лінію зв'язку як синоніми.

Швидкість – 10 в 2, 3 ступені

Зберігання – 2 в 10=1024 в 20

ПРИМІТКА

Пропускна спроможність ліній зв'язку і комунікаційного мережевого устаткування традиційно вимірюється в бітах в секунду, а не в байтах в секунду. Це пов'язано з тим, що дані в мережах передаються послідовно, тобто побітно, а не паралельно, байтами, як це відбувається між пристроями усередині комп'ютера. Такі одиниці вимірювання, як кілобіт, мегабіт або гігабіт, в мережевих технологіях строго відповідають ступеням 10 (тобто кілобіт — це 1000 біт, а мегабіт — це 1 000 000 біт}, як це прийнято у всіх галузях науки і техніки, а не близьким до цих чисел ступеням 2, як це прийнято в програмуванні, де приставка «кіло» рівна $2^{10}=1024$, а «мега» — $2^{20}=1\,048\,576$.

До повітряних ліній мереж відносяться сталеві і кольорові (мідні і біметалічні) лінії.

Сталеві і кольорові лінії мереж прокладаються над поверхнею землі на спеціальних опорах. Для лінії мереж, як правило, використовуються неізольовані (голі) дроти. Для підвіски дротів на опорах ВЛС застосовують кроки і траверси.

Повітряні лінії мереж бувають одно- і двухдротяними. Однодротяні повітряні лінії мереж застосовуються досить рідко і використовуються лише для організації телеграфного зв'язку по схемі "дріт-земля".

Обидва дроти ланцюга повинні мати однакові параметри, наприклад, зроблені з однакового матеріалу, одного діаметру, підвішуватися на ізоляторах однієї марки. Для підвищення захищеності ланцюга від зовнішніх перешкод і впливів сусідніх ланцюгів дроту ланцюга схрещують по відповідній схемі.

Кабель є електропровідником системи, що складається з ізольованих провідників, поміщених в загальну ізоляційну і захисну оболонки.

До кабельних ліній відносять:

- симетричні кабелі;
- коаксіальні кабелі.

8.2 Симетричні кабелі

Симетричний кабельний ланцюг складається з двох максимально однакових в електричному і конструктивному відношенні ізольованих провідників.

По спектру частот, що передаються кабелі розділяються на

- низькочастотні симетричні (до 10 кГц)
- високочастотні симетричні (10 кГц – 10 МГц)
- коаксіальні.

Струмopровідні жили (звичайно круглої форми) кабелів зв'язку повинні володіти високою електричною провідністю, гнучкістю і достатньою механічною міцністю. Найбільш поширеними матеріалами для виготовлення кабельних жил є мідь і алюміній. Діаметр мідних жил вибирається з ряду 0,5; 0,6; 0,8; 0,9; 1,2; 1,4. Для отримання алюмінієвої жили, яка еквівалентна мідній по опорі, її діаметр повинен бути збільшений в 1,3 разу.

Для ізоляції жил дротів застосовують папір, стирофлекс, поліетилен, полівінілхлорид і ін. ізолятори. Ізольовані жили скручують або парами, або по чотири – зоряне скручування. Необхідне число груп об'єднують в загальнокабельне скручування – звичайно шарами. Число пар 5, 10, 20 – 1200.

Як матеріал для оболонки використовують свинець, алюміній, поліетилен, полівінілхлорид і ін. Кабелі, призначені для ґрунту або води, забезпечують сталеву броню із сталевих стрічок (дроту) і пряжі, просоченою смолою.

Кожному кабелю присвоюється марка з декількох букв і цифр, в якій зашифрована область застосування, умови прокладки, спектр частот, що передаються, конструкція, матеріал і форма ізоляції, система скручування провідників, матеріал і конструкція захисних покриттів.

Кабелі на основі неекранованої витой пари

Мідний неекранований кабель UTP залежно від електричних і механічних характеристик розділяється на 5 категорій (Category 1 — Category 5).

Кабелі категорій 1 і 2 були визначені в стандарті EIA/TIA-568, але до стандарту 568А вже не увійшли, як застарілі.

Кабелі категорії 1 застосовуються там, де вимоги до швидкості передачі мінімальні. Звичайне це кабель для цифрової і аналогової передачі голосу і низькошвидкісної (до 20 Кбіт/с) передачі даних. До 1983 року це був основний тип кабелю для телефонної розводки.

Кабелі категорії 2 були вперше застосовані фірмою IBM при побудові власної кабельної системи. Головна вимога до кабелів цієї категорії— здатність передавати сигнали із спектром до 1 МГц.

Кабелі категорії 3 були стандартизовані в 1991 році, коли був розроблений Стандарт телекомунікаційних кабельних систем для комерційних будівель (EIA-568), на основі якого потім був створений діючий стандарт EIA-568А. Стандарт EIA-568 визначив електричні характеристики кабелів категорії 3 для частот в діапазоні до 16 МГц, що підтримують, таким чином, високошвидкісні мережеві додатки. Кабель категорії 3 призначений як для передачі даних, так і для передачі голосу. Крок скручування дротів рівний приблизно 3 витки на 1 фут (30,5 см). Кабелі категорії 3 зараз складають основу багатьох кабельних систем будівель, в яких вони використовуються для передачі і голосу, і даних.

Кабелі категорії 4 є дещо ліпшим варіантом кабелів категорії 3. Кабелі категорії 4 зобов'язані витримувати тести на частоті передачі сигналу 20 МГц і забезпечувати підвищену перешкодостійкість і низькі втрати сигналу. Кабелі категорії 4 добре підходять для застосування в системах із збільшеними відстанями (до 135 метрів) і в мережах Token Ring з пропускною спроможністю 16 Мбіт/с. На практиці використовуються рідко.

Кабелі категорії 5 були спеціально розроблені для підтримки високошвидкісних протоколів. Тому їх характеристики визначаються в діапазоні до 100 МГц. Більшість нових високошвидкісних стандартів орієнтуються на використання виті пари 5 категорії. На цьому кабелі працюють протоколи із швидкістю передачі даних 100 Мбіт/с — FDDI (з фізичним стандартом TP-PMD), Fast Ethernet, 100VG-AnyLAN, а також швидкісніші протоколи — ATM на швидкості 155 Мбіт/с, і Gigabit Ethernet на швидкості 1000 Мбіт/с (варіант Gigabit Ethernet на витій парі категорії 5 став стандартом в червні 1999 р.). Кабель категорії 5 прийшов на заміну кабелю категорії 3, і сьогодні все нові кабельні системи крупних будівель будуються саме на цьому типі кабелю (у поєднанні з волоконно-оптичним).

Найбільш важливі електромагнітні характеристики кабелю категорії 5 мають наступні значення:

- повний хвильовий опір в діапазоні частот до 100 МГц рівно 100 Ом (стандарт ISO 11801 допускає також кабель з хвильовим опором 120 Ом); хвильовий опір СК залежить від питомих значень місткості і індуктивності кабелю. Для КК хвильовий опір визначається як, де Z_D - хвильовий опір діелектрика, D і d - відповідно діаметри зовнішнього і внутрішнього провідників;
- величина перехресних наведень NEXT залежно від частоти сигналу повинна приймати значення не менше 74 дБ на частоті 150 кГц і не менше 32 дБ на частоті 100 МГц.

Ланцюги ЛС постійно знаходяться під впливом сторонніх електромагнітних полів різного походження. Розрізняють дві основні групи джерел сторонніх полів:

- внутрішні - сусідні фізичні і штучні ланцюги даної лінії зв'язку;
- зовнішні - енергетично і конструктивно не пов'язані з лінією зв'язку.

Зовнішні джерела перешкод в свою чергу по своєму походженню діляться на:

- природні - грозові розряди, сонячна радіація і ін.;
- створені людиною - високовольтні лінії передачі, радіостанції, лінії електрифікованих залізниць, електричні мережі промислових підприємств і окремі енергоємні пристрої.

Сторонні електромагнітні поля індукують в ланцюгах ліній зв'язку перешкоди, які не тільки знижують якість передачі, але іноді порушують великі напруги і струми, що приводять до руйнування ліній зв'язку і апаратури. Вказані дії називають електромагнітними впливами або просто впливами на ланцюги ліній зв'язку.

Дана проблема є загальною для всіх систем і пристроїв телекомунікацій і називається проблемою електромагнітної сумісності. Суть її полягає в тому, що в процесі проектування, будівництва і експлуатації телекомунікаційних пристроїв і систем необхідно враховувати дві суперечливі вимоги:

- необхідно забезпечити достатній для нормальної роботи телекомунікаційних систем захист від дії на них сторонніх електромагнітних полів;
- необхідно обмежити допустимими значеннями рівні впливу електромагнітних полів проєктованих пристроїв і систем на інші пристрої.

При кількісній оцінці рівня взаємних впливів звичайно розглядають два ланцюги: що впливає (що створює електромагнітне поле) і схильну до впливу (у якій індукуються перешкоди) (рис.90.).

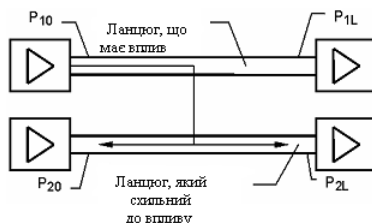


Рисунок 90 – Взаємний вплив ланцюгів

Ближнім кінцем лінії називають той, до якого підключений генератор, дальнім кінцем - той, до якого підключене навантаження ланцюга. Відповідно розглядаються потужності сигналів в ланцюгах: P_{10} -

на ближньому кінці ланцюга впливу P_{1L} - на дальньому кінці ланцюга впливу P_{20} - на ближньому кінці ланцюга, схильного до впливу P_{2L} - на дальньому кінці ланцюга, схильного до впливу.

Кількісно захищеність від перехідних перешкод із-за взаємних електромагнітних впливів оцінюється поряд показників, зокрема перехідним загасанням на ближньому кінці лінії (near end cross talk - NEXT)

$$A_0 = 10 \lg \left| \frac{P_{10}}{P_{20}} \right|,$$

перехідним загасанням на дальньому кінці лінії (far end cross talk - FEXT)

$$A_L = 10 \lg \left| \frac{P_{1L}}{P_{2L}} \right|.$$

загасання має граничні значення від 0,8 дБ (на частоті 64 кГц) до 22 дБ (на частоті 100 МГц);

Коефіцієнт загасання α , дБ/км. Залежить від властивостей матеріалів провідників і ізоляційного матеріалу. Якнайкращими властивостями (малим опором) володіють мідь і срібло. Коефіцієнт загасання залежить також від геометричних розмірів провідників. СК (симетричні кабелі) з великими діаметрами провідників володіють меншим коефіцієнтом загасання. Коефіцієнт загасання КК (коаксіального кабелю) залежить від співвідношення діаметрів зовнішнього і внутрішнього провідника (рис.15). Оптимальними співвідношеннями ϵ (матеріал зовнішнього провідника): для міді - 3,6, для алюмінію - 3,9, для свинцю - 5,2.

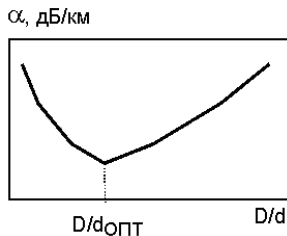


Рисунок 91 – Залежність коефіцієнта загасання КК від співвідношення діаметрів провідників

Дуже важливою характеристикою, що фактично визначає широкосмугову системи зв'язку, є залежність коефіцієнта загасання від частоти (рис.92). Якщо визначений граничний коефіцієнт загасання $\alpha_{гр}$ (звичайно він визначається можливостями підсилювачів або регенераторів), то даному коефіцієнту відповідає гранична частота пропускання системи $f_{гр}$. Смуга пропускання системи не перевищує граничної частоти пропускання.

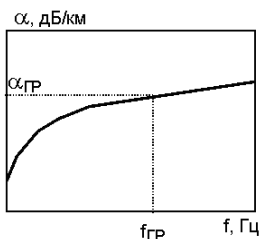


Рисунок 92 – Частотна залежність коефіцієнта загасання металевих кабелю

Швидкість розповсюдження v , км/мс. Частотна залежність швидкості розповсюдження показана на рис. 93. Із зростанням частоти швидкість розповсюдження збільшується, наближаючись до швидкості світла у вакуумі $v_c=300$ км/мс. Даний параметр залежить також від властивостей діелектрика, вживаного в кабелі.

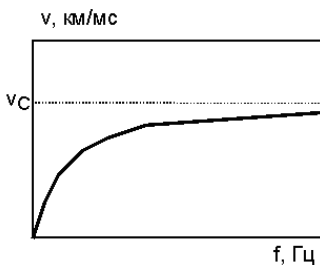


Рисунок 93 – Частотна залежність швидкості розповсюдження електромагнітної хвилі

Активний опір не повинен перевищувати 9,4 Ом на 100 м; місткість кабелю не повинна перевищувати 5,6 нФ на 100 м. Всі кабелі УТР незалежно від їх категорії випускаються в 4-парному виконанні. Кожна з чотирьох пар кабелю має певний колір і крок скручування.

Звичайно дві пари призначені для передачі даних, а дві — для передачі голосу.

Для з'єднання кабелів з устаткуванням використовуються вилки і розетки RJ-45, що представляють 8-контактні роз'єми, схожі на звичайні телефонні роз'єми RJ-11.

Особливе місце займають кабелі категорій 6 і 7, які промисловість почала випускати порівняно недавно. Для кабелю категорії 6 характеристики визначаються до частоти 200 МГц, а для кабелів категорії 7 — до 600 МГц. Кабелі категорії 7 обов'язково екрануються, причому як кожна пара, так і весь кабель в цілому. Кабель категорії 6 може бути як екранованим, так і неекранованим. Основне призначення цих кабелів — підтримка високошвидкісних протоколів на відрізках кабелю більшої довжини, ніж кабель UTP категорії 5. Деякі фахівці сумніваються в необхідності застосування кабелів категорії 7, оскільки вартість кабельної системи при їх використанні виходить сумірній за вартістю мережі з використанням волоконно-оптичних кабелів, а характеристики кабелів на основі оптичних волокон вище.

Кабелі на основі екранованої витої пари.

Екранована вита пара STP добре захищає сигнали, що передаються від зовнішніх перешкод, а також менше випромінює електромагнітних коливань зовні, що захищає, у свою чергу, користувачів мереж від шкідливого для здоров'я випромінювання. Наявність екрану, що заземляється, здорожує кабель і ускладнює його прокладку, оскільки вимагає виконання якісного заземлення. Екранований кабель застосовується тільки для передачі даних, а голос по ньому не передають. Основним стандартом, що визначає параметри екранованої витої пари, є фірмовий стандарт IBM. У цьому стандарті кабелі діляться не на категорії, а на типи: Type 1, Type 2, ..., Type 9.

Основним типом екранованого кабелю є кабель Type 1 стандарту IBM. Він складається з 2-х пар скручених дротів, екранованих дротами, які заземляються. Електричні параметри кабелю Type 1 приблизно відповідають параметрам кабелю UTP категорії 5. Проте хвильовий опір кабелю Type 1 - 150 Ом (UTP категорії 5 має хвильовий опір 100 Ом), тому просте «поліпшення» кабельної проводки мережі шляхом заміни неекранованої пари UTP на STP Type 1 неможливе. Трансивери, розраховані на роботу з кабелем, що має хвильовий опір 100 Ом, погано працюватимуть на хвильовий опір 150 Ом. Тому при використанні STP

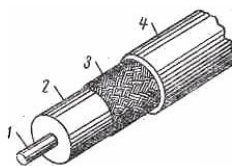
Type 1 необхідні відповідні трансивери. Такі трансивери є в мережевих адаптерах Token Ring, оскільки ці мережі розроблялися для роботи на екранованій витій парі. Деякі інші стандарти також підтримують кабель STP Type 1 — наприклад, 100VG-AnyLAN, а також Fast Ethernet (хоча основним типом кабелю для Fast Ethernet є UTP категорії 5. У випадку якщо технологія може використовувати UTP і STP, потрібно переконатися, на який тип кабелю розраховані трансивери. Кабель STP Type 1 включений в стандарти EIA/TIA-568A, ISO 11801 і EN50173, тобто придбав міжнародний статус. Екрановані виті пари використовуються також в кабелі IBM Type 2, який представляє кабель Type 1 з доданими 2 парами неекранованого дроту для передачі голосу.

Для приєднання екранованих кабелів до устаткування використовуються роз'єми конструкції IBM.

Не всі типи кабелів стандарту IBM відносяться до екранованих кабелів — деякі визначають характеристики неекранованого телефонного кабелю (Type 3) і оптоволоконного кабелю (Type 5).

8.3 Коаксіальний кабель

Коаксіальний ланцюг складається з двох циліндрів з сумщеною віссю, причому суцільний внутрішній циліндровий провідник розташований по осі усередині порожнистого циліндра.



1-внутрішній дріт, 2-ізоляція, 3-зовнішній дріт,
4-захисна оболонка

Рисунок 94 – Конструкція гнучкого коаксіального кабелю

При передачі електричних сигналів по коаксіальному кабелю (КК) струми провідності циркулюють по центральному провіднику і оболонці, породжує електромагнітну хвилю. Взаємодія електричних полів

внутрішнього і зовнішнього провідників КК такого, що його зовнішнє поле рівне нулю. Силові лінії магнітного поля рис.94., створювані стрічними струмами в КК, розташовуються у вигляді концентричних кіл усередині оболонки, взаємознищуючись зовні.

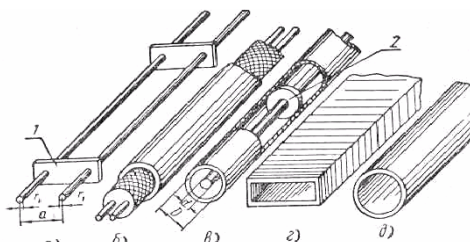
Електричне поле також замикається усередині КК по радіальних напрямках між центральним провідником і оболонкою, і тому поза кабелем поле рівне нулю. Таким чином, в КК через відсутність зовнішнього поля немає перешкод на сусідні ланцюги, і крім того, втрат в оточуючих його масах, тому вся енергія розповсюджується усередині кабелю.

Існує велика кількість типів коаксіальних кабелів, використовуваних в мережах різного типу — телефонних, телевізійних і комп'ютерних. Основні типи і характеристики цих кабелів.

RG-8 і RG-11 — «товстий» коаксіальний кабель, розроблений для мереж Ethernet 10Base-5. Має хвильовий опір 50 Ом і зовнішній діаметр 0,5 дюйма (близько 12 мм). Цей кабель має достатньо товстий внутрішній провідник діаметром 2,17 мм, який забезпечує хороші механічні і електричні характеристики (загасання на частоті 10 МГц — не гірше 18 дБ/км). Зате цей кабель складно вмонтовувати — він погано гнеться.

RG-58/U, RG-58 A/U і RG-58 C/U — різновиди «тонкого» коаксіального кабелю для мереж Ethernet 10Base-2. Кабель RG-58/U має суцільний внутрішній провідник, а кабель RG-58 A/U — багатожильний. Всі ці різновиди кабелю мають хвильовий опір 50 Ом, але володіють гіршими механічними і електричними характеристиками в порівнянні з «товстим» коаксіальним кабелем. Тонкий внутрішній провідник 0,89 мм не так робиться, зате володіє набагато більшою гнучкістю, зручно при монтажі. Загасання в цьому типі кабелю вище, ніж в «товстому» коаксіальному кабелі, що приводить до необхідності зменшувати довжину кабелю для отримання однакового загасання в сегменті. Для з'єднання кабелів з устаткуванням використовується роз'єм типу BNC.

RG-59 — телевізійний кабель з хвильовим опором 75 Ом. Широко застосовується в кабельному телебаченні.



а - відкрита дводротова лінія, б - екранована дводротова лінія, в - коаксіальна лінія, г - прямокутний хвилевід, д - круглий хвилевід

Рисунок 95 – Лінії передачі

RG-62 — кабель з хвильовим опором 93 Оми, використовувався в мережах ArcNet, устаткування яких сьогодні практично не випускається.

Коаксіальні кабелі з хвильовим опором 50 Ом (тобто «тонкий» і «товстий») описані в стандарті EIA/TIA-568. Новий стандарт EIA/TIA-568A коаксіальні кабелі не описує, як морально застарілі.

Хвилеводи і світловоди.

Хвилевід (ХВ) - канал для розповсюдження хвиль. Конструктивно ХВ є порожнистою металевою трубою круглого або прямокутного перетину, виготовленою з добре провідного матеріалу. Відомі такі хвилеводи інших конструкцій – еліптичні, П-образні, Н-образні. Звичайно ХВ робляться біметалічними – зовнішня силова частина виготовляється з конструкційного матеріалу – сталь, сплави, а внутрішня – з матеріалів з високою провідністю – мідь, срібло, золото.

Передача по хвилеводу електромагнітної енергії може бути описана з достатньою точністю тими ж законами, що і при вільному випромінюванні електромагнітних хвиль в просторі.

Теоретично і експериментально встановлено, що при передачі по круговому хвилеводу діаметром 0,6 см може бути досягнуто дальність близько 40 км

У хвилеводі електромагнітне поле повністю екранується і втрат на випромінювання не повинно бути. Діелектричні втрати в хвилеводі також дуже малі. Втрати в металі у хвилеводу істотно менше, ніж у симетричного або коаксіального ланцюга. У коаксіального кабелю, наприклад, велика частина втрат (80%) викликається внутрішнім дротом, оскільки периметр його перетину набагато менший, ніж зовнішнього. Таким чином, мінімальні втрати у хвилеводу, потім у коаксіального кабелю, і, нарешті, у симетричного максимальні. Гідністю хвилеводу є

також те, що по ньому можна пропускати більшу потужність, ніж по коаксіальному кабелю.

Резюмуючи, можна відзначити, що перевагами хвилеводу є:

- можливість передачі вельми високих частот — близько 1011 — 1012 Гц;
- повне екранування поля;
- малі втрати при великій потужності;
- простота конструкції.

До недоліків хвилеводів відносяться:

- наявність критичної частоти, в зв'язку, з чим хвилевід не пропускає частот, довжини хвиль яких більше, ніж діаметр хвилеводу;
- жорсткі вимоги до точності виготовлення, прокладки і монтажу.

Так, допустимий вигін на довжині 10 м не повинен перевищувати 5 см.

Передача електромагнітної енергії по хвилеводу можлива при заміні металеві труби на діелектричну. У подібному хвилеводі струми провідності відсутні і їх замінюють струми зсуву. Діелектричний хвилевід може бути або порожнистим, або бути монолітним стрижнем, виконаним з високочастотного діелектрика з діелектричною проникністю $S > 1$.

Встановлено, що діелектричний хвилевід, як і металевий, має критичну частоту, починаючи з якої хвилевід діє як направляюча система передачі.

Діелектричні хвилеводи в порівнянні з металевими мають менші втрати і відповідно загасання, проте вони як відкриті системи істотно схильні до дії перешкод і самі випромінюють енергію, створюючи перешкоди в сусідніх ланцюгах.

В даний час діелектричні хвилеводи застосовуються в основному для передачі сигналів на короткі відстані (десятки метрів) в діапазоні частот 10—100 ГГц. Мінімальна величина загасання при цьому досягається близько 20 дБ/км (при частоті 50 ГГц і перетині діелектричного хвилеводу 0,8x2,5 мм).

8.4 Волоконно-оптичні лінії зв'язку

Волоконно-оптичні лінії зв'язку (ВОЛЗ) мають ряд істотних переваг в порівнянні з лініями зв'язку на основі металевих кабелів. До них відносяться: велика пропускна спроможність, мале загасання, малі маса і габарити, висока перешкодозахисна, надійна техніка безпеки, практично відсутні взаємні впливи, мала вартість через відсутність в конструкції кольорових металів.

У ВОЛЗ застосовують електромагнітні хвилі оптичного діапазону. Нагадаємо, що видиме оптичне випромінювання знаходиться в діапазоні довжин хвиль 380-760 нм. Практичне застосування у ВОЛЗ одержав інфрачервоний діапазон, тобто випромінювання з довжиною хвилі більше 760 нм.

Принцип розповсюдження оптичного випромінювання уздовж оптичного волокна (ОВ) заснований на віддзеркаленні від межі середовищ з різними показниками заломлення (рис.20). Оптичне волокно виготовляється з кварцового скла у вигляді циліндрів з суміщеними осями і різними коефіцієнтами заломлення. Внутрішній циліндр називається серцевиною ОВ, а зовнішній шар - оболонкою ОВ.



Рисунок 96 – Принцип розповсюдження оптичного випромінювання

Кут повного внутрішнього віддзеркалення, при якому падаюче на межу двох середовищ випромінювання повністю відображається без проникнення в зовнішнє середовище, визначається співвідношенням, де n_1 - показник заломлення сердечника ОВ n_2 - показник заломлення оболонки ОВ, причому $n_1 > n_2$. Випромінювання повинне вводиться у волокно під кутом до осі меншим α КР.

Залежно від виду профілю показника заломлення серцевини розрізняють ступінчасті і градієнтні ОВ. У ступінчастих ОВ показник заломлення серцевини постійний (рис.97.а). У градієнтних ОВ показник заломлення серцевини плавно міняється уздовж радіусу від

максимального значення на осі до значення показника заломлення оболонки (рис.97.б).

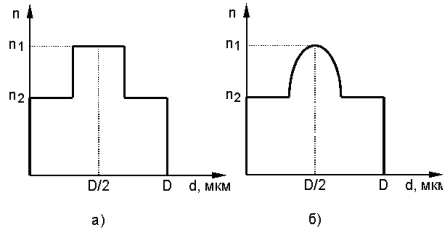


Рисунок 97 – Профіль показника заломлення ступінчастого (а) і градієнтного (б) ОВ

Залежно від розподілу показника заломлення і від величини діаметру сердечника розрізняють:

- багатомодове волокно із ступінчастою зміною показника заломлення (рис.98.а);
- багатомодове волокно з плавною зміною показника заломлення (рис.98.б);
- одномодове волокно (рис.22.в).

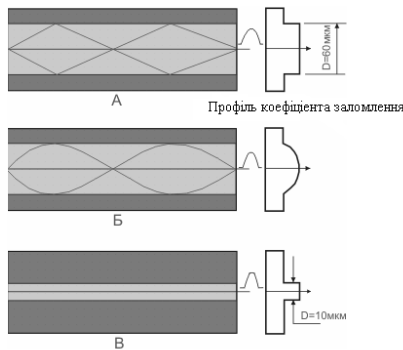


Рисунок 98 – Типи оптичного кабелю

Поняття «мода» описує режим розповсюдження світлових променів у внутрішньому сердечнику кабелю. У одномодовому кабелі (Single Mode fiber, SMF) використовується центральний провідник дуже малого діаметру, який можна порівняти з довжиною хвилі світла від 5 до

10 мкм. При цьому практично всі промені світла розповсюджуються уздовж оптичної осі світловоду, не відображаючись від зовнішнього провідника. Смуга пропускання одномодового кабелю дуже широка — до сотень гигагерц на кілометр. Виготовлення тонких якісних волокон для одномодового кабелю представляє складний технологічний процес, що робить одномодовий кабель достатньо дорогим. Коротше за траєкторію — швидше розповсюджується. Крім того, у волокно такого маленького діаметру достатньо складно направити пучок світла, не втративши при цьому значну частину енергії.

У багатомодових кабелях (Multi Mode Fiber, MMF) використовуються ширші внутрішні сердечники, яких легше виготовити технологічно. У стандартах визначені два найбільш споживані багатомодові кабелі: 62,5/125 мкм і 50/125 мкм, де 62,5 мкм або 50 мкм - це діаметр центрального провідника, а 125 мкм — діаметр зовнішнього провідника.

У багатомодових кабелях у внутрішньому провіднику одночасно існує декілька світлових променів, що відображаються від зовнішнього провідника під різними кутами. Кут віддзеркалення променя називається модою променя. У багатомодових кабелях з плавною зміною коефіцієнта заломлення режим розповсюдження кожної моди має складніший характер.

Багатомодові кабелі мають вузьку смугу пропускання — від 500 до 800 МГц/км. Звуження смуги відбувається через втрати світлової енергії при віддзеркаленнях, а також через інтерференції променів різних мод.

На рисунку 99 приведений приклад конструкції оптичного кабелю.

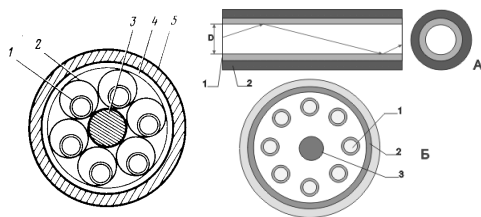


Рисунок 99 – Конструкція оптичного кабелю: 1 - ОВ, 2 - поліетиленова трубка, 3 - силовий елемент, 4 і 5 - відповідно внутрішня і зовнішня поліетиленові оболонки

Загасання ОВ неоднорідно для різних довжин хвиль. Залежність коефіцієнта загасання ОВ від робочої довжини хвилі приведена на рисунку 100. Дана залежність має три мінімуми, звані вікнами прозорості. Історично першим було освоєне перше вікно прозорості на робочій довжині хвилі 0,85 мкм.

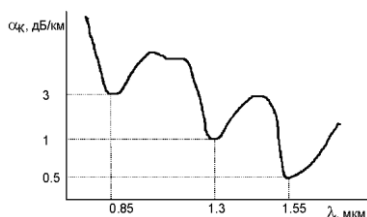


Рисунок 100 – Спектральна характеристика коефіцієнта загасання ОВ

Перші напівпровідникові випромінювачі (лазери і світлодіоди) і фотоприймачі були розроблені саме для даної довжини хвилі. Коефіцієнт загасання в першому вікні досить значний і складає одиниці дБ/км. Пізніше були створені випромінювачі і фотоприймачі, здатні працювати на великих довжинах хвиль (1,3 і 1,55 мкм). Сучасні системи зв'язку звичайно використовують друге або третє вікно з малими коефіцієнтами загасання. Сучасна технологія дозволяє одержати ОВ з коефіцієнтом загасання порядку сотих долей дБ/км.

Як джерела випромінювання світла у волоконно-оптичних кабелях застосовуються:

- світлодіоди;
- напівпровідникові лазери.

Для одномодових кабелів застосовуються тільки напівпровідникові лазери, оскільки при такому малому діаметрі оптичного волокна світловий потік, що створюється світлодіодом, неможливо без великих втрат направити у волокно. Для багатомодових кабелів використовуються дешевші світлодіодні випромінювачі.

Для передачі інформації застосовується світло з довжиною хвилі 1550 нм (1,55 мкм), 1300 нм (1,3 мкм) і 850 нм (0,85 мкм). Світлодіоди можуть випромінювати світло з довжиною хвилі 850 нм і 1300 нм. Випромінювачі з довжиною хвилі 850 нм істотно дешевше, ніж випромінювачі з довжиною хвилі 1300 нм, але смуга пропускання кабелю для хвиль 850 нм вже, наприклад 200 МГц/км замість 500 МГц/км.

Лазерні випромінювачі працюють на довжинах хвиль 1300 і 1550 нм. Швидкодія сучасних лазерів дозволяє модулювати світловий потік з частотами 10 ГГц і вище. Лазерні випромінювачі створюють когерентний потік світла, за рахунок чого втрати в оптичних волокнах стають меншими, ніж при використанні некогерентного потоку світлодіодів.

Використання тільки декількох довжин хвиль для передачі інформації в оптичних волокнах пов'язаний з особливістю їх амплітудно-частотної характеристики. Саме для цих дискретних довжин хвиль спостерігаються яскраво виражені максимуми передачі потужності сигналу, а для інших хвиль загасання у волокнах істотно вище.

Волоконно-оптичні кабелі приєднують до устаткування роз'ємами MIC, ST і SC.

Волоконно-оптичні кабелі володіють відмінними характеристиками всіх типів: електромагнітними, механічними (добре гнуться, а у відповідній ізоляції володіють хорошою механічною міцністю). Проте у них є один серйозний недолік — складність з'єднання волокон з роз'ємами і між собою при необхідності нарощування довжини кабелю.

Сама вартість волоконно-оптичних кабелів ненабагато перевищує вартість кабелів на витій парі, проте, проведення монтажних робіт з оптоволоконном обходиться набагато дорожче через трудомісткості операцій і високої вартості вживаного монтажного устаткування. Так, приєднання оптичного волокна до роз'єму вимагає проведення високоточного обрізання волокна в площині строго перпендикулярної осі волокна, а також виконання з'єднання шляхом складної операції склеювання, а не обжимання, як це робиться для витої пари. Виконання ж неякісних з'єднань відразу різко звужує смугу пропускання волоконно-оптичних кабелів і ліній.

8.5. Засоби обміну даними

Модем - пристрій, призначений для обміну інформацією між видаленими комп'ютерами по каналах зв'язку, прийнятий називати модемом (Модулятор + Демодулятор).

При цьому під каналом зв'язку розуміють фізичні лінії (дротяні, оптоволоконні, кабельні, радіочастотні) спосіб їх використання

(комутовані і виділені) і спосіб передачі даних (цифрові і аналогові сигнали). Залежно від типу каналу зв'язку, пристрої прийому-передачі підрозділяють на радіомодеми, кабельні модеми та інші. Найбільш широке застосування знайшли модеми, орієнтовані на підключення до комутованих телефонних каналів зв'язку.

Цифрові дані, що поступають в модем з комп'ютера, перетворюються в ньому шляхом модуляції (по амплітуді, частоті, фазі) відповідно до вибраного стандарту (протоколом) і прямують в телефонну лінію. Модем-приймач, що розуміє даний протокол, здійснює зворотне перетворення (демодуляцію) і пересилає відновлені цифрові дані в свій комп'ютер. Таким чином, забезпечується видалений зв'язок між комп'ютерами і обмін даними між ними.

До основних споживчих параметрів модемів відносяться:

- продуктивність (біт/с);
- підтримувані протоколи зв'язку і корекції помилок;
- шинний інтерфейс, якщо модем внутрішній.

Від продуктивності модему залежить об'єм даних які можна передати в одиницю часу. Від підтримуваних протоколів залежить ефективність взаємодії даного модему з суміжними модемами (вірогідність того, що вони вступають у взаємодію один з одним при оптимальних настройках). Від шинного інтерфейсу в даний час поки залежить тільки простота встановлення і настройки модему (надалі при загальному вдосконаленні каналів зв'язку, шинний інтерфейс почне робити вплив і на продуктивність).

Також важливими показниками в сучасних модемах є наявність режиму корекції помилок і режиму стиснення даних. Перший режим забезпечує додаткові сигнали, за допомогою яких модеми здійснюють перевірку даних на двох кінцях лінії і відкидають немаркіровану інформацію, а другий стискає інформацію для швидшої і чіткої її передачі, а потім відновлює її на приймаючому модемі. Обидва ці режими помітно збільшують швидкість і чистоту передачі інформації.

Одна з передових фірм-виробників модемів "Hayes Microcomputer Products" прийняла основні стандарти, для команд модемів включаючи набір AT-команд, за допомогою яких користувач може безпосередньо управляти роботою модему. Сьогодні Hayes-стандартами користуються переважна більшість фірм у всьому світі, і кращі модеми є Hayes-сумісними.

Також існують світові стандарти швидкості модему стиснення даних і корекції помилок. Ці стандарти встановлюються комітетом ІТУ-Т (стандарт ССІТТ) і фірмою Microsoft (стандарт MNP). Найкращі модеми відповідають обом цим стандартам.

Найпоширеніші стандарти ССІТТ:

- стандарт швидкості 9600 bps – V.32 і швидкості 14400bps-V. 32 bis;

- стандарт корекції помилок –V.42;

- стандарт стиснення даних з коефіцієнтом 4:1 - V.4,2 – V.42 bis.

Фірма ZyXEL і US Robotics проводять найшвидкісніші і найякісніші модеми і факс – модеми. Дуже дорогі суперсучасні модеми ZyXEL мають можливість відтворення голосу записаного в цифровому режимі і стиснення мовних сигналів, що дозволяє використовувати їх як автовідповідачі. Також деякі моделі ZeXEL U-1496 і US Robotics Courier забезпечені перемикачем (мова/данні), вбудованим тестуванням і іншими корисними функціями.

Серед новинок останніх років в світі модемів можна також виділити модеми для Notebook, що поставляються на платі типу РСМСІА. Ця плата дуже зручна своєю компактністю, вони дозволяють комп'ютеру не віддавати вільний СОМ-порт під зовнішній модем, але всеж таки вони на багато дорожче, ніж звичайний модем.

Інтерфейси.

Ви можете використовувати модем у вашому комп'ютері за допомогою одного з двох інтерфейсів. Ними є:

1 MN-5 Послідовний інтерфейс RS-232.

2 MNP - 5 Чотирьохконтактний телефонний кабель RJ-11.

Наприклад, зовнішній модем підключається до комп'ютера за допомогою кабелю RS-232, а до телефонної лінії – за допомогою кабелю RJ-11.

Флеш- пам'ять вашого модему.

Флеш–пам'ять – постійна пам'ять або ПЗП (постійний перепрограмуючий пристрій, що запам'ятовує), яка може бути стерта і знов запрограмована.

Перепрограмуванню підлягають всі модеми, в назві яких присутній рядок “V.Everything”. Крім того, модеми “Courier V.34 dual standart” підлягають програмній модернізації у випадку, якщо в рядку Options відповідає на команду AT17 присутній протокол V/FC. Якщо ж в

модемі немає цього протоколу, то модернізація в “Courier V.Everything” проводиться заміною дочірньої платні.

Існують дві модифікації модемів Courier V.Everything з так званою частотою супервізора 20.16 MHz і 25 MHz. Для кожного з них існують свої версії прошивок, і вони не є взаємозамінними, тобто прошивка від моделі 20.16 MHz не підійде для моделі 25 MHz, і навпаки.

8.6. Плати мережевого адаптера

Плата мережевого адаптера виступає як фізичний інтерфейс, або з'єднання, між комп'ютером і мережевим кабелем. Плата вставляється в слоти розширення всіх мережевих комп'ютерів і серверів.

Щоб забезпечити фізичне з'єднання між комп'ютером і мережею, до плати (після її установки) підключається мережевий кабель.

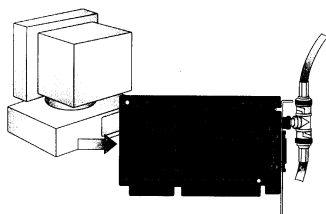


Рисунок 100 – Плата мережевого адаптера

Призначення плати мережевого адаптера:

- підготовка даних, що поступають від комп'ютера, до передачі по мережевому кабелю;
- передача даних іншому комп'ютеру;
- управління потоком даних між комп'ютером і кабельною системою.

Плата мережевого адаптера, крім того, приймає дані з кабелю і переводить їх у форму, зрозумілу центральному процесору комп'ютера.

Плата мережевого адаптера складається з апаратної частини і вбудованих програм, записаних в ПЗП. Ці програми реалізують функції підрівнів Управління логічним зв'язком і Управління доступом до середовища Канального рівня моделі OSI.

Підготовка даних.

Перш ніж послати дані в мережу, плата мережевого адаптера повинна перевести їх з форми, зрозумілої комп'ютеру, у форму, в якій вони можуть передаватися по мережевому кабелю.

Усередині комп'ютера дані передаються по шинях. Як правило, це декілька провідників, розташованих близько один до одного. Оскільки ліній декілька, то і біти даних можуть передаватися по ним групами, а не послідовно.

Шини, які використовувалися у перших персональних комп'ютерах IBM, були відомі як 8-розрядні шини: вони могли передавати групи по 8 бітів даних. IBM PC/AT® має 16-розрядну шину, це означає, що вона здатна передавати відразу 16 бітів. Багато сучасних комп'ютерів оснащені вже 32-розрядною шиною. Часто говорять, що дані по шині комп'ютера передаються паралельно (parallel), оскільки 16 бітів або 32 біти рухаються паралельно один одному. Уявіть, що 16-розрядна шина — це 16-смугова автострада, по якій поряд (паралельно) рухаються 16 машин, кожна з яких перевозить один біт.

У мережевому кабелі дані повинні переміщатися у вигляді потоку бітів. При цьому говорять, що відбувається послідовна передача, тому що біти слідуєть один за одним. Іншими словами, кабель — це дорога з однією смугою. По таких “дорогах” дані в кожен момент часу рухаються в одному напрямі.

Плата мережевого адаптера приймає паралельні дані і організовує їх для послідовної (serial), побітової, передачі. Цей процес завершується перекладом цифрових даних комп'ютера в електричні і оптичні сигнали, які і передаються по мережевих кабелях. Відповідає за це перетворення трансивер.

Мережева адреса

Крім перетворення даних, плата мережевого адаптера повинна вказати своє місцезнаходження, або адресу, — щоб її могли відрізнити від решти плати.

Мережеві адреси (network address) визначені комітетом IEEE. Цей комітет закріплює за кожним виробником плати мережевого адаптера деякий інтервал адрес. Виробники “зашивають” ці адреси в мікросхеми. Завдяки цьому кожна плата і, отже, кожен комп'ютер мають унікальну адресу в мережі.

При прийомі даних від комп'ютера і підготовці їх до передачі по мережевому кабелю плата мережевого адаптера бере участь також в інших операціях:

- комп'ютер і плата мережевого адаптера повинні бути пов'язані один з одним, щоб здійснювати передачу даних (від комп'ютера до плати). Якщо плата може використовувати прямий доступ до пам'яті, комп'ютер виділяє їй деяку область своєї пам'яті.

- плата мережевого адаптера запрошує у комп'ютера дані.

- шина комп'ютера передає дані з його пам'яті плати мережевого адаптера.

Часто дані поступають швидше, ніж їх здатна передати плата мережевого адаптера, тому тимчасово вони поміщаються в буфер.

Передача і управління даними

Перш ніж послати дані по мережі, плата мережевого адаптера проводить електронний діалог з приймаючою платою, під час якого вони “обговорюють”:

- максимальний розмір блоку даних; об'єм даних, що передаються без підтвердження про отримання;

- інтервали між передачами блоків даних; інтервал, протягом якого необхідно послати підтвердження;

- об'єм даних, який може прийняти кожна плата, не переповнюючись;

- швидкість передачі даних.

Якщо новій (складнішої і швидшої) плати необхідно взаємодіяти із старою (повільною) платою, вони повинні знайти загальну для обох швидкість передачі. Схеми деякої сучасної плати мережевого адаптера дозволяють їм пристосуватися до повільної швидкості старої плати.

Кожна плата оповіщає іншу про свої параметри, приймаючи “чужі” параметри і підстроюючись до них. Після того, як всі деталі визначені, плата починає обмін даними.

Питання для самоперевірки

1. Який пристрій допоможе подовжити кабель з топологією «шина»?
2. Що означає AWG система вимірювання кабелю?
3. Що таке класифікація кабелів IBM?
4. Які питання треба вирішити для вибору кабельної системи?
5. Що таке тонкий коаксіальний кабель?
6. Що таке товстий коаксіальний кабель?
7. Що таке віта пара?
8. Що таке оптоволоконний кабель?
9. Що таке безпроводне середовище?
10. Які засоби передачі даних використовуються в безпроводних локальних мережах?
11. Що таке широкополосна оптична мережа?
12. Що означає «точка-точка» при передачі даних?
13. Наведіть призначення плати мереженого адаптера?

Тестові завдання

Тести 1-го рівня складності

1. З'ясуйте, для яких з указаних нижче цілей слугує команда ПЕРЕСИЛКИ?

- А) для пересилки вмісту акумулятора в пам'ять;
- Б) для пересилки вмісту одного регістра в інший;
- В) для пересилки другого байта команди в регістр;
- Г) для пересилки коду операції в дешифратор команд;
- Д) для всіх випадків.

2. Визначить причину, за якою команди пересилки даних можна назвати командами копіювання даних?

- А) після пересилки дані залишаються в джерелі даних без змін;
- Б) після пересилки даних вміст джерела даних знищується;
- В) після пересилки даних вміст джерела даних змінюється;
- Г) в процесі пересилки дані змінюються;
- Д) в процесі пересилки дані не змінюються.

3. З'ясуйте, який пристрій не входять до структурної схеми мікропроцесорної системи?

- А) порти введення\виведення;
- Б) мікропроцесор;
- В) контролери зовнішніх пристроїв;
- Г) контролер прямого доступу до пам'яті;
- Д) пристрій вводу даних.

4. Визначить, що таке програмна модель мікропроцесора?

- А) опис програмно доступних регістрів мікропроцесора;
- Б) опис всіх складових мікропроцесорної системи;
- В) опис дій, які виконує арифметико-логічний пристрій мікропроцесора;
- Г) опис прапорців регістру стану;
- Д) опис команд мікропроцесора.

5. В якому випадку прапорець нульового результату в регістрі прапорців дорівнює одиниці?

- А) при виконанні арифметичних операцій;
- Б) при виконанні операцій зсуву;
- В) при отриманні нульового результату операції;
- Г) при отриманні в результаті операції одиниці;
- Д) при будь-якому результаті, який не дорівнює нулю.

6. В якому випадку прапорець негативного результату дорівнює одиниці?

- А) при виконанні дій над числами без знака;
- Б) при виконанні дій над числами із знаком;
- В) при виконанні операції додавання;
- Г) при отриманні одиниці в старшому розряді результату операції;
- Д) при операціях з числами в додатковому коді.

7. Яке з наведених визначень є вірним?

А) мови асемблера для різних обчислювальних систем не співпадають;

Б) асемблери для різних обчислювальних систем в багатьох випадках схожі;

В) «стандарт» асемблера для певної родини мікропроцесорів встановлюється авторами мікропроцесора та першим асемблером для нього;

Г) для аналогічних команд в асемблерах можуть бути прийняті різні позначення;

Д) всі твердження вірні.

8. Загальним принципом побудови пристроїв обробки цифрової інформації є:

А) посторінкова організація простору пам'яті;

Б) у будь-якому пристрої обробки цифрової інформації можна виділити дві частини: операційний і управляючий блоки;

В) алгоритмом обробки інформації є програма;

Г) арифметичні та логічні перетворення даних здійснює арифметико-логічний пристрій;

Д) програмне керування пристроєм обробки цифрової інформації стало можливим з появою регістру стану.

9. В чому полягає процес виконання програми мікропроцесором?

А) процес виконання програми полягає в послідовному читанні кодів команд, що записані в пам'яті;

Б) процес виконання програми складається з окремих машинних операцій, які здійснюють перетворення цифрової інформації під впливом машинної команди;

В) процес виконання програми є перетворення команд асемблера в машинні коди;

Г) процес виконання програми є послідовність сигналів пристрою управління;

Д) процес виконання програми є реакція мікропроцесорної системи на включення живлення.

10. Призначенням контролера прямого доступу до пам'яті є:

А) читання інформації з дискети;

Б) перетворення інформації;

В) обмін даними між периферійними пристроями та пам'яттю без участі мікропроцесора;

Г) аналіз сигналів переривань та організація реакції мікропроцесора на переривання;

Д) всі перелічені функції.

11. Основною функцією контролера переривань є:

А) приймання сигналів на переривання;

Б) розподіл переривань на зовнішні і внутрішні;

В) обмін даними між периферійними пристроями та пам'яттю без участі мікропроцесора;

Г) аналіз сигналів переривань та організація реакції мікропроцесора на переривання;

Д) всі перелічені функції.

12. В чому полягає процес функціонування мікропроцесорної системи?

А) в очікуванні сигналів на переривання;

Б) в виконанні команд програми та обміні даними;

В) в передачі інформації між периферійними пристроями та мікропроцесором;

Г) в перетворенні програми на асемблері в машинні коди;

Д) в перезаписі даних з постійного запам'ятовуючого пристрою в оперативну пам'ять.

13. Наведіть визначення сегменту пам'яті?

А) сегментом пам'яті є 8 біт;

Б) сегментом пам'яті є декілька комірок пам'яті, необхідних для виконання поточної команди;

В) сегментом пам'яті є область пам'яті, відведена під простір введення\виведення;

Г) сегмент пам'яті є логічною одиницею пам'яті розміром 64 Кбайт;

Д) сегментом пам'яті є перший мегабайт пам'яті.

14. Визначить мінімальну адресну одиницю пам'яті?

А) один біт;

Б) один байт;

В) один кілобайт;

Г) один мегабайт;

Д) один гігабайт.

15. Машинне представлення програми в пам'яті називають її об'єктним кодом. Наведіть його складові.

А) об'єктний код складається з коду операції та адресної частини;

Б) об'єктний код складається з нулів і одиниць;

В) об'єктний код складається з адрес реєстрів загального призначення;

Г) об'єктний код складається з команд введення\виведення;

Д) об'єктний код складається з нулів, одиниць і команди ОСТАНОВ.

16. Визначить призначення процесора в ЕОМ?

А) процесор - це основний пристрій ЕОМ, який керує її роботою на основі аналізу програмних слів;

Б) процесор – це основний пристрій ЕОМ, який запам'ятовує результати виконаних операцій;

В) процесор – це основний пристрій ЕОМ, який виконує арифметичні і логічні операції;

Г) процесор – це основний пристрій ЕОМ, який пересилає слова даних з зовнішніх пристроїв до пам'яті;

Д) процесор – це основний пристрій ЕОМ, який аналізує зовнішні сигнали.

17. Які пристрої ЕОМ відносяться до основних (виконують основні функції)?

А) пристрій електроживлення;

Б) контролери зовнішніх пристроїв;

В) дисплей, клавіатура, миша;

Г) процесор, оперативний запам'ятовуючий пристрій, пристрої обміну даними з зовнішніми пристроями;

Д) контролер безпосереднього доступу до пам'яті.

18. Які типи сигналів використовуються в автоматизованих системах обробки інформації?

А) двійкові;

Б) безперервні (аналогові) та дискретні (цифрові);

В) десяткові;

Г) шістнадцятирічні;

Д) електричні сигнали напруги або струму.

19. З'ясуйте, в чому полягає основа роботи ЕОМ?

А) в перетворенні слів даних з десяткової системи числення в двійкову;

Б) в зберіганні слів даних в запам'ятовуючих пристроях;

В) в спроможності виконання послідовності команд, які зберігаються в оперативному запам'ятовуючому пристрої;

Г) в спроможності відображення інформації на дисплеї;

Д) в програмному забезпеченні.

20. З'ясуйте, з яких причин в ЕОМ використовується двійкова система числення?

А) двійкова система числення мінімальна по кількості цифр в розрядах;

Б) двійкова система числення дозволяє використовувати зворотній код числа;

В) двійкова система числення знайома всім з дитинства;

Г) двійкова система числення легко запам'ятовується;

Д) двійкова система числення дозволяє передавати інформацію в формі наявності (одиниця) або відсутності (нуль) сигналу.

21. З'ясуйте, з яких структурних елементів складається команда мікропроцесора?

А) з адреси регістра та акумулятора;

Б) з адрес пристроїв, між якими передаються слова даних;

В) нулів і одиниць;

Г) коду операції і адреси наступної команди;

Д) з коду операції і адресної частини.

22. Визначить, яку функцію виконує контролер прямого доступу до пам'яті?

А) здійснює управління системою переривань;

Б) організує обмін даними між зовнішніми пристроями;

В) управляє роботою мікропроцесора;

Г) організує обмін даними між зовнішніми пристроями і оперативною пам'яттю без участі мікропроцесора;

Д) управляє роботою генератора тактової частоти.

21. Визначить призначення генератора тактової частоти?

А) генератор тактової частоти виробляє тактові імпульси, які визначають швидкість роботи ЕОМ;

Б) генератор тактової частоти приймає запити на переривання і в певний момент часу передає їх в мікропроцесор;

В) генератор тактової частоти генерує сигнали, які рахують секунди в системному таймері;

Г) генератор тактової частоти приймає сигнали з клавіатури;

Д) генератор тактової частоти генерує сигнали при включенні живлення.

22. Який пристрій не входить до складу системної плати ЕОМ?

- А) центральний процесор;
- Б) оперативний запам'ятовуючий пристрій;
- В) постійний запам'ятовуючий пристрій;
- Г) контролер прямого доступу до паняті;
- Д) жорсткий диск.

23. Який пристрій здійснює автономне живлення годинника реального часу в ЕОМ?

- А) генератор тактової частоти;
- Б) контролер шини;
- В) мікропроцесор;
- Г) літієва батарея;
- Д) системний контролер.

24. Перерахуйте типи внутрішньої пам'яті ЕОМ?

- А) оперативний запам'ятовуючий пристрій, постійний запам'ятовуючий пристрій, кеш-пам'ять;
- Б) оперативний запам'ятовуючий пристрій, жорсткий диск, дискета;
- В) жорсткий диск, дискета, флеш-пам'ять, CD- диск;
- Г) виключно жорсткий диск;
- Д) пам'ять програм.

25. Які пристрої відносять до зовнішньої пам'яті ЕОМ?

- А) оперативний запам'ятовуючий пристрій, постійний запам'ятовуючий пристрій, кеш-пам'ять;
- Б) оперативний запам'ятовуючий пристрій, жорсткий диск, дискета;
- В) жорсткий диск, дискета, флеш-пам'ять, CD- диск;
- Г) виключно жорсткий диск;
- Д) пам'ять програм.

26. Для запису команди мікропроцесора використовують мнемонічну форму запису. Який з наведених прикладів є мнемонічною формою запису команд?

- А) 01100011;
- Б) 000111000111010;
- В) 303₈;
- Г) JMP;
- Д) 15H.

27. З якої причини використовують мнемонічний запис коду операції?

А) Мнемонічну форму використовують як скорочений запис назви операції, тому що її легко ототожити з фактичним призначення і легше запам'ятати ніж команду, записану в двійковому коді;

Б) мнемонічну форму використовують для скорочення запису коду операції до 3-х букв;

В) мнемонічну форму використовують для спрощення роботи програми асемблера;

Г) мнемонічну форму використовують для запису однакових програм для різних мікропроцесорів;

Д) мнемонічну форму запису коду операції безпосередньо записують в пам'ять мікропроцесорного пристрою.

28. Визначить основну функцію програми асемблера?

А) основною функцією програми асемблера є перетворення програми на мові асемблера в програму в машинних кодах;

Б) основною функцією програми асемблера є перевірка логічних зв'язків між командами програми;

В) основною функцією програми асемблера є перетворення програми в машинних кодах в програму з використання мнемонічного запису;

Г) основною функцією програми асемблера є запис програми в пам'ять мікропроцесорної системи;

Д) основною функцією програми асемблера скорочення програмного коду.

29. З'ясуйте, що представляє собою адресна частина команди з безпосередньою адресацією?

- А) адресу області пам'яті в діапазоні від 0 до 255_{10} ;
- Б) 8-бітові дані;
- В) дані, які безпосередньо записує програміст в другий або другий і третій байт команди;
- Г) дані, які доступні будь-якій команді;
- Д) немає вірної відповіді.

30. В яку програму перетворюється програма, написана на будь-якій мові програмування?

- А) в програму асемблера;
- Б) в програму редактора;
- В) в програму компілятора;
- Г) в програму в машинних кодах;
- Д) в програму інтерпретатора.

31. З'ясуйте, яка з мов програмування забезпечує перетворення однієї команди на цій мові в одну машинну команду?

- А) Pascal;
- Б) асемблер;
- В) мова кодових комбінацій;
- Г) Basic;
- Д) всі наведені мови.

32. Припустимо, що в Вашому розпорядженні є дві програми для рішення задачі, записані мовою асемблера та мовою високого рівня. Яка з програм є універсальною (буде виконуватись на будь-якій ЕОМ)?

- А) програма мовою асемблера;
- Б) програма на мові високого рівня;
- В) і програма мовою асемблера, і програма мовою високого рівня;
- Г) ніяка;
- Д) програма мовою кодових комбінацій.

33. Послідовністю яких операцій можна описати процес множення?

- А) процес множення можна описати послідовністю зсувів та додавань;

Б) процес множення можна описати порозрядним множенням і додаванням;

В) процес множення можна описати послідовністю зсувів і віднімань;

Г) процес множення можна описати додаванням;

Д) процес множення можна описати відніманням.

34. В якій формі частіше представляють негативні числа в ЕОМ?

А) в зворотному коді;

Б) в додатковому коді;

В) у вигляді знака та модулю;

Г) в абсолютному значенні;

Д) в вигляді десяткового числа.

35. Визначить, в якому пункті наведені тільки негативні числа в додатковому коді?

А) 11110000, 01010101, 00011100;

Б) 10101010, 01010101, 00000000;

В) 01001001, 11111111, 11100011;

Г) 10000111, 11100010, 10111111;

Д) немає правильної відповіді.

36. До якого типу команд (логічних, арифметичних, управління, пересилки) мікропроцесора відноситься команда додавання ADD r ?

А) логічних;

Б) арифметичних;

В) команд управління;

Г) пересилки;

Д) немає вірної відповіді.

37. До якого типу команд (логічних, арифметичних, управління, пересилки) мікропроцесора відноситься команда останова HLT ?

А) логічних;

Б) арифметичних;

В) команд управління;

Г) пересилки;

Д) немає вірної відповіді.

38. До якого типу команд (логічних, арифметичних, управління, пересилки) мікропроцесора відноситься команда переходу JMP ?

- А) логічних;
- Б) арифметичних;
- В) команд управління;
- Г) пересилки;
- Д) немає вірної відповіді.

№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь
1	Б	11	Г	21	Д	31	В
2	А	12	Б	22	Г	32	Г
3	Д	13	Г	23	А	33	Б
4	А	14	Б	24	Д	34	Б
5	В	15	Б	25	Г	35	А
6	Г	16	А	26	А	36	Б
7	Д	17	Г	27	В	37	Г
8	Б	18	Б	28	Г	38	Б
9	Б	19	В	29	А	39	В
10	В	20	Д	30	А	40	А

Тести 2-го рівня складності

1. З'ясуйте призначення структурної схеми мікропроцесора?

А) опис детальної конфігурації електронних компонентів з ціллю конструювання мікропроцесора;

Б) опис логічного з'єднання мікропроцесора з пам'яттю та пристроями введення/виведення;

В) опис логічних пристроїв, що входять до складу мікропроцесора, для програмування поставлених задач;

Г) опис імен регістрів загального призначення;

Д) опис регістру стану.

2. Для більшості арифметичних та логічних операцій є необхідним дві операнди, одна з яких знаходиться в пам'яті або в регістрі. В якому пристрої мікропроцесора знаходиться другий?

А) в акумуляторі;

Б) в лічильнику команд;

- В) в реєстрі адреси пам'яті;
- Г) в реєстрі команд
- Д) в реєстрі загального призначення.

3. Регістром якого типу є лічильник команд?

- А) загального призначення;
- Б) спеціального призначення;
- В) буферним;
- Г) реєстровою парою;
- Д) акумулятором.

4. Які дії виконує лічильник команд після зчитування коду команди з пам'яті?

- А) переходить до комірки пам'яті з початковою адресою;
- Б) збільшує своє значення на одиницю;
- В) чекає виконання поточної команди;
- Г) зменшує своє значення на одиницю;
- Д) не виконує ніякої дії.

5. Який пристрій мікропроцесора використовується для тимчасового збереження даних при передачі даних з зовнішнього порту в пам'ять?

- А) лічильник команд;
- Б) арифметико-логічний пристрій;
- В) акумулятор;
- Г) реєстр загального призначення;
- Д) будь-який з наведених вище.

6. Мікропроцесорна система на базі 16-розрядного мікропроцесора має адресний простір 4МБ. Скільки розрядів повинен мати реєстр адреси пам'яті?

- А) 16;
- Б) 32;
- В) 64;
- Г) 22;
- Д) 8.

7. Яку з перелічених функцій арифметико-логічний пристрій не виконує?
- А) додавання;
 - Б) віднімання;
 - В) включення живлення;
 - Г) зсув;
 - Д) логічне «І».
8. Визначить критерій, за яким визначається розрядність регістра адреси пам'яті?
- А) розрядність мікропроцесора;
 - Б) розрядність внутрішньої шини даних;
 - В) розрядність регістрів загального призначення;
 - Г) кількістю необхідної пам'яті;
 - Д) сукупністю перелічених критеріїв.
9. Яку роль можуть відігравати регістри загального призначення мікропроцесора?
- А) регістрів стану;
 - Б) внутрішньої пам'яті мікропроцесора;
 - В) буферних регістрів;
 - Г) регістра команд;
 - Д) регістра адреси пам'яті.
10. В чому полягає основна функція арифметико-логічного пристрою?
- А) виконувати операцію додавання;
 - Б) слугувати джерелом сигналів для акумулятора;
 - В) змінювати дані шляхом арифметичних і логічних операцій;
 - Г) слугувати сигналом початку наступної операції;
 - Д) всі перелічені функції.
11. Визначить розмір слова даних, яке можна зберігати в акумуляторі подвійної довжини 8-розрядного мікропроцесора?
- А) 1 байт;
 - Б) 2 байта;
 - В) 3 байта;
 - Г) 4 байта;
 - Д) будь-яке.

12. Адресний простір 16-розрядного мікропроцесора дорівнює $2^{16}=65536$ байт. Підрахуйте кількість розрядів лічильника команд цього мікропроцесора?

- А) 8;
- Б) 16;
- В) 32;
- Г) 64;
- Д) 4.

13. На адресу якої команди вказує лічильник команд після вибірки з пам'яті чергової команди?

- А) останню, що виконана;
- Б) наступну;
- В) чергову, що виконується;
- Г) останню команду програми;
- Д) першу команду програми.

14. Регістр адреси області пам'яті вказує на:

- А) вміст області пам'яті;
- Б) адресу наступної команди;
- В) регістр внутрішньої пам'яті;
- Г) адресу області пам'яті;
- Д) акумулятор.

15. Регістр адреси області пам'яті сполучається з внутрішньою шиною даних мікропроцесора. Який з наступних об'єктів слугує джерелом для цього регістра?

- А) лічильник команд;
- Б) дешифратор команд;
- В) акумулятор;
- Г) регістр стану;
- Д) всі перелічені об'єкти;

16. Процес виконання команди має дві стадії: 1 – вибірки; 2 – виконання. Адреса якої команди зберігається в регістрі команд на стадії виконання поточної команди?

- А) поточної команда;

- Б) наступної команди;
- В) реєстр порожній;
- Г) першої команди програми;
- Д) останньої команди програми.

17. Яке основне призначення буферних реєстрів?

- А) поєднувати арифметико-логічний пристрій з пам'яттю;
- Б) виконувати операцію додавання;
- В) слугувати для акумулятора запам'ятовуючим пристроєм;
- Г) розподіл в часі сигналів на вході і виході арифметико-логічного пристрою;
- Д) виконувати операцію зсуву.

18. Робота мікропроцесорної системи синхронізується сигналами тактової частоти. З'ясуйте їх призначення:

- А) інформувати мікропроцесор про поточний час;
- Б) керувати роботою запам'ятовуючих пристроїв;
- В) перевіряти наявність даних в реєстрах;
- Г) визначати послідовність сигналів пристрою управління в часі;
- Д) визначати моменти часу для виконання команд.

19. Команда мікропроцесора складається з двох частин: перша – код операції, друга – адресна частина. Про що інформує мікропроцесор код операції?

- А) що робити;
- Б) де виконувати задані дії;
- В) де беруться дані, необхідні для заданої операції;
- Г) як змінюється реєстр стану після виконання команди;
- Д) де зберігається результат операції.

20. Визначить, чому дорівнює довжина команди 8-розрядного мікропроцесора ?

- А) 1 байт;
- Б) 2 байта;
- В) 1, 2 або 3 байта;
- Г) довжина команди не залежить від розрядності мікропроцесора;
- Д) може бути будь-якою.

21. Команда мікропроцесора складається з двох частин: перша – код операції, друга – адресна частина. Про що інформує мікропроцесор адресна частина команди?

- А) що робити;
- Б) де виконувати задані дії;
- В) де бережуться дані, необхідні для заданої операції;
- Г) як змінюється регістр стану після виконання команди;
- Д) де зберігається результат операції.

22. З'ясуйте, які дані бережуться адресною частиною команди з безпосередньою адресацією?

- А) адреса області пам'яті в діапазоні від 010 до 25510;
- Б) безпосередньо дані, які приймають участь в операції;
- В) адреси регістрів загального призначення;
- Г) адреса пристрою введення/виведення?
- Д) число π .

23. Непряма адресація в командах мікропроцесора ще має назву регістрова тому, що

- А) адресна частина команди береже безпосередньо дані, необхідні для обробки;
- Б) визначена регістрова пара мікропроцесора зберігає адресу даних;
- В) адреса даних зберігається в акумуляторі;
- Г) адресна частина команди береже адреси портів введення/виведення;
- Д) адресна частина команди відсутня.

24. Визначить, який вид інформації передається по лініях внутрішньої шини даних мікропроцесора?

- А) слова даних;
- Б) адреси комірок пам'яті;
- В) сигнали від пристрою управління;
- Г) вміст комірок зовнішньої пам'яті;
- Д) дані про стан мікропроцесора.

25. Визначить, який вид інформації передається по лініях шини управління?

- А) слова даних;
- Б) адреси комірок пам'яті;
- В) сигнали від пристрою управління;
- Г) вміст комірок зовнішньої пам'яті;
- Д) дані про стан мікропроцесора.

26. Визначить, який вид інформації передається по лініям шини адреси мікропроцесора?

- А) слова даних;
- Б) адреси комірок пам'яті або пристроїв введення\виведення;
- В) сигнали від пристрою управління;
- Г) вміст комірок зовнішньої пам'яті;
- Д) дані про стан мікропроцесора.

27. Мікропроцесорна система на базі 8-розрядного процесора має чотири порта введення/виведення, кожний з яких має по вісім ліній даних. Яку назву мають такі порти?

- А) паралельні порти введення/виведення;
- Б) послідовні порти введення/виведення;
- В) порти виводу адрес;
- Г) універсальні порти;
- Д) порти принтера.

28. Які з перелічених сигналів передаються по шині управління?

- А) «Скидання»;
- Б) «Читання пам'яті»;
- В) «Запис у пам'ять»;
- Г) «Останов»;
- Д) всі перелічені сигнали.

29. Визначить, які з перелічених характеристик вірні по відношенню до адресної шини мікропроцесора?

- А) кількість ліній шини адреси дорівнює восьми;
- Б) кількість ліній шини адреси дорівнює шістнадцяти;
- В) шина адреси передає дані в двох напрямках;

- Г) шина адреси є однонаправленою;
- Д) шина адреси є універсальною.

30. Визначить, які з перелічених характеристик вірні по відношенню до шини даних мікропроцесора?

- А) кількість ліній шини даних дорівнює восьми;
- Б) кількість ліній шини даних дорівнює шістнадцяти;
- В) шина даних передає дані в двох напрямках;
- Г) шина даних є однонаправленою;
- Д) шина даних є універсальною.

№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь
1	В	11	Б	21	Б
2	А	12	Б	22	Б
3	Б	13	Б	23	Б
4	Б	14	Г	24	А
5	В	15	А	25	В
6	Б	16	Б	26	Б
7	В	17	Г	27	А
8	Д	18	Г	28	Д
9	Б	19	А	29	Г
10	В	20	В	30	В

Тести 3-го рівня складності

1. Визначить причину зручності використання додаткового коду числа в ЕОМ?

- А) одні й ті логічні схеми можна використовувати для додавання і віднімання двійкових чисел без знака і додаткових кодів негативних чисел;
- Б) запис чисел в додатковому коді не відрізняється від запису чисел в двійковому коді;
- В) операція взяття додаткового коду легко реалізується апаратно;
- Г) додатковий код числа легко перетворюється в двійковий;
- Д) немає вірної відповіді.

2. Визначить синонім терміну «регістр стану»?

- А) регістр адреси пам'яті;
- Б) регістр прапорців;
- В) акумулятор;
- Г) регістрова пара;
- Д) регістр команд.

3. З'ясуйте, що відбувається при додаванні двох цифр, якщо їх сума не є одною цифрою?

- А) зайом;
- Б) перенос;
- В) взяття зворотного коду;
- Г) додавання;
- Д) віднімання.

4. До якого типу команд (логічних, арифметичних, управління, пересилки) мікропроцесора відноситься команда зсуву ?

- А) логічних;
- Б) арифметичних;
- В) команд управління;
- Г) пересилки;
- Д) немає вірної відповіді.

5. Визначить, яку дію треба виконувати при програмуванні алгоритмів з двійково-десятковими числами (числами в коді 8421)?

- А) взяття додаткового коду;
- Б) взяття зворотного коду;
- В) двійково-десятькова корекція;
- Г) попередньо перетворювати числа в двійкову систему числення;
- Д) попередньо перетворювати числа в десяткову систему числення.

6. Яка з перелічених дій виконується при виконанні команди ПРИРОЩЕННЯ ПОЗИТИВНЕ?

- А) додавання одиниці до вмісту регістра;
- Б) віднімання одиниці із вмісту регістра;
- В) додавання біту переносу в молодший розряд регістра;

Г) додавання біту нульового результату в молодший розряд регістра;

Д) запис в регістр нуля.

7. Яка з перелічених дій виконується при виконанні команди ПРИРОЩЕННЯ НЕГАТИВНЕ?

А) додавання одиниці до вмісту регістра;

Б) віднімання одиниці із вмісту регістра;

В) додавання біту переносу в молодший розряд регістра;

Г) додавання біту нульового результату в молодший розряд регістра;

Д) запис в регістр нуля.

8. Яка з перелічених дій виконується при виконанні команди вводу даних IN?

А) додавання одиниці до вмісту регістра команд;

Б) віднімання одиниці із вмісту регістра команд;

В) запис в регістр В слова даних з вхідного порту;

Г) запис в регістр С слова даних з вхідного порту;

Д) запис в акумулятор слова даних з вхідного порта.

9. Яка з перелічених дій виконується при виконанні команди виводу даних OUT?

А) додавання одиниці до вмісту регістра команд;

Б) віднімання одиниці із вмісту регістра команд;

В) передача слова даних з регістру В до вихідного порту;

Г) передача слова даних з регістру С до вихідного порту;

Д) передача слова даних з акумулятора до вихідного порту.

10. Визначить, як працює мікропроцесор з портом введення\виведення при організації звернення до зовнішніх портів по аналогії із звернення до пам'яті?

А) як з регістром загального призначення;

Б) як з акумулятором;

В) як з адресою в області пам'яті;

Г) як з клавіатурою;

Д) немає вірної відповіді.

11. Яку дію не виконує мікропроцесор при надходженні сигналу на переривання?

- А) закінчує виконання поточної команди;
- Б) поточне значення лічильника команд завантажує в стек;
- В) в лічильник команд завантажує адресу програми обробки переривань;
- Г) завантажує в стек значення акумулятора;
- Д) немає вірної відповіді.

12. Яка система числення найчастіше використовується для адресації пам'яті?

- А) двійкова;
- Б) восьмирична;
- В) десяткова;
- Г) шістнадцятирична;
- Д) немає вірної відповіді.

13. Яка система числення найчастіше використовується для вводу даних з клавіатурних пристроїв?

- А) двійкова;
- Б) восьмирична;
- В) десяткова;
- Г) шістнадцятирична;
- Д) немає вірної відповіді.

14. Яка система числення використовується в регістрі прапорців?

- А) двійкова;
- Б) восьмирична;
- В) десяткова;
- Г) шістнадцятирична;
- Д) немає вірної відповіді.

15. Яка система числення використовується для адресації портів введення\виведення?

- А) двійкова;
- Б) восьмирична;
- В) десяткова;

- Г) шістнадцятирічна;
- Д) немає вірної відповіді.

16. Яка система числення використовується в акумуляторі?

- А) двійкова;
- Б) восьмирічна;
- В) десяткова;
- Г) шістнадцятирічна;
- Д) немає вірної відповіді.

17. Яка система числення використовується в арифметико-логічному пристрої?

- А) двійкова;
- Б) восьмирічна;
- В) десяткова;
- Г) шістнадцятирічна;
- Д) немає вірної відповіді.

18. Яку першу дію виконує мікропроцесор при надходженні сигналу на переривання?

- А) закінчує виконання поточної команди;
- Б) поточне значення лічильника команд завантажує в стек;
- В) в лічильник команд завантажує адресу програми обробки переривань;
- Г) завантажує в стек значення акумулятора;
- Д) виконує першу команду програми переривання.

19. Яку дію виконує мікропроцесор при закінченні виконання програми переривання?

- А) закінчує виконання поточної команди;
- Б) поточне значення лічильника команд завантажує в стек;
- В) в лічильник команд завантажує адресу програми обробки переривань;
- Г) в лічильник команд завантажує із стека адресу команди основної програми, яка повинна виконуватись наступною;
- Д) виконує першу команду основної програми.

20. Де зберігаються адреси перших команд програм переривання?

- А) в таблиці векторів переривань;
- Б) в комітках пам'яті з адресами 01Н до 21Н ;
- В) в реєстрі прапорців;
- Г) в стеку;
- Д) в лічильнику команд.

21. З'ясуйте призначення команди ДЕСЯТКОВОЇ КОРЕКЦІЇ?

- А) перетворення числа з десяткової системи числення в двійкову;
- Б) перетворення числа з десяткової системи числення в двійково-десяткових код;
- В) введення поправки в результат додавання двох двійково-десяткових чисел;
- Г) перетворення числа в двійково-десятковому коді в десяткову систему числення;
- Д) введення поправки в результат віднімання двох двійково-десяткових чисел.

22. З'ясуйте, який пристрій зберігає еталон при виконанні команди ПОРІВНЯННЯ?

- А) акумулятор;
- Б) лічильник команд;
- В) адресна частина команди;
- Г) пам'ять;
- Д) реєстр загального призначення.

23. Команда мікропроцесора – це слово, яке однозначно сприймається внутрішніми схемами, які керують роботою ЕОМ. Як відображається це слово в пам'яті?

- А) в двійковій системі числення;
- Б) в шістнадцятирічній системі числення;
- В) в десятковій системі числення;
- Г) на мові асемблера;
- Д) в восьмирічній системі числення.

24. Наведіть послідовність запису даних в адресній частині команди?
- А) старший байт адреси або даних, молодший байт адреси або даних;
 - Б) молодший байт адреси або даних, старший байт адреси або даних;
 - В) старший байт коду операції, молодший байт коду операції;
 - Г) молодший байт коду операції, старший байт коду операції;
 - Д) немає вірної відповіді.
25. В якій системі числення представлено число 2AFD?
- А) в двійковій системі числення;
 - Б) в шістнадцятиричній системі числення;
 - В) в десятковій системі числення;
 - Г) на мові асемблера;
 - Д) в восьмиричній системі числення.
26. Визначить зміст поняття - «скидання» акумулятора?
- А) встановити всі розряди акумулятора в нуль;
 - Б) встановити всі розряди акумулятора в одиницю;
 - В) завершити використання акумулятора;
 - Г) вивести вміст акумулятора на зовнішній пристрій;
 - Д) ввести в акумулятор слово даних із зовнішнього пристрою.
27. Яку кількість розрядів повинен мати буферний регістр 16-розрядного мікропроцесора?
- А) 32;
 - Б) 16;
 - В) 8;
 - Г) 4;
 - Д) будь-яку кількість розрядів.
28. Якою шиною керує вихід регістра адреси пам'яті?
- А) шиною управління;
 - Б) шиною даних;
 - В) шиною адреси;
 - Г) шиною сигналів;
 - Д) шиною заземлення.

29. З'ясуйте, що поєднує всі функціональні вузли мікропроцесора?

- А) схеми управління;
- Б) внутрішня шина даних;
- В) акумулятор;
- Г) лічильник команд;
- Д) шина адреси.

30. З'ясуйте, що є входом і виходом регістра команд?

- А) схеми управління;
- Б) внутрішня шина даних і дешифратор команд;
- В) акумулятор і регістр стану;
- Г) лічильник команд;
- Д) шина адреси.

№	Відповідь	№	Відповідь	№	Відповідь
1	А	11	Г	21	В
2	Б	12	Г	22	А
3	Б	13	В	23	А
4	Б	14	А	24	А
5	В	15	Г	25	Б
6	А	16	А	26	А
7	Б	17	А	27	Б
8	Д	18	А	28	В
9	Д	19	Г	29	Б
10	В	20	А	30	Б

Примітка – час виконання завдання становить 2 академічні години

Алфавітний покажчик

- 0
- 3D-технології 182
 - 3D графіка 187
 - 3Do 188
 - 4K графіка 190
- A
- Архітектура 7
 - Аналітична машина 10
 - Арифметико-логічний пристрій 60
 - Адреси слів 22
 - Адреси мікрокоманд 22
 - Адресація даних 36
 - Адресація стеку 36
 - Адресація портів 44
 - Адресне розміщення 56
- B
- Блок-схема ЕОМ 25
 - Бази даних 30
 - Бази знань 31
 - Блок управління 36
 - Блок живлення 37
 - Базова організація мікро-ЕОМ 44
 - Блок цифрових схем 68
 - Базові показники 73
 - Базові реєстри 73
 - Базова станція 177
 - Базові топології 237
- B
- Віртуальна пам'ять 29
 - Віртуальний x86-режим 80
 - Віртуальний процесор 101
 - Відеоадаптер 136
 - Відеоконтролер 137
 - Відео-пам'ять 138
 - Віртуальна сенсорна клавіатура 184
 - Відеомагнітофон 170
- Відеокамера 182
- Відеопроєктор 181
- Віртуальна реальність 222
- Г
- Глобальні сфери 30
 - Графічний інтерфейс 33
 - Гарвардська лабораторія 50
 - Графіка 115
 - Графічний адаптер 116
 - Графічний процесор 164
 - Голографічний диск 160
 - Глобальна консольна культура 224
 - Глобальна мережа 226
- Д
- Дискретний сигнал 13
 - Диск 29, 149
 - Дисплей 46, 130
 - Дискета 46
 - Дискретна інформація 56
 - Дискретизація 154
 - Диспетчерська служба 175
 - Дистанційне керування 217
 - Дискові накопичувачі 230
 - Дисководи 230
 - Дисковий простір 232
- Е
- ЕОМ 7, 13
- Ж
- Жорсткі диски 158
- З
- Збір 15
 - Зберігання 15
 - Запит 15
 - Запам'ятовуючий пристрій 25

- I
- Інформаційна система 8, 15
Інформація 7, 10
Інтерфейс 17
Індексний реєстр 59
- K
- Контролери 18
Команда 39
- Л
- Лічильник команд 50
- M
- Мікропрограмне управління 23
Математичне забезпечення 14
Мікропроцесор 34
МОП-технології 35
Мікропроцесорна система 34
Материнська плата
- H
- Накопичувач 7, 29, 161
- O
- Обчислювальна система 15
Операційна система 24
Об'єктний код 68
- П
- Програма 11,39
Процесор 11
Пристрій управління 24, 25
Показчик стека 59
Плата розширення
- P
- Розрядність шини 19
Реєстр стану 50
Реєстр команд 50
Реєстри загального призначення 51
- Режим роботи процесора 60
Реєстр адреси пам'яті 51
- C
- Слова 12
Система 7
Системна плата
Системна шина 18,66
Сигнал 7
Стан процесора 53
Стан програми 54
Сегментний реєстр 59
- T
- Такт 49
Таблиця дескрипторів 60
- У
- Управління 17, 25
Управляючий сигнал 25
- Ф
- Фрейм (майнфрейм) 13
Фізична адреса 60
- Ц
- Цифрові машини 11
Центральний процесор 16,49
- Ч
- Частота (тактова) 67
Частота системної шини 67
- Ш
- Шина (системна) 31
Шина адреси 48
Шина даних 48
Шинний інтерфейс 85
Шина (USB) 119

A
 Apple 34
 Aperture grill 128
 Adapter (MDPPA, MDA) 136
 Adapter (CGA) 137
 Adapter (EGA) 137
 Array (VGA) 137
 AMOLED 147
 Adobe 148
 Addition 163
 Adreno 193

B
 BIOS 96
 BEDO 107
 Bus (USB) 119

C
 Computer (ENIAC) 10
 CPU 59
 Computing (RISC) 62
 Computing (CISC) 63
 Clock rate 67
 Computing (EPIC) 93
 CRT 125
 Crystal 134
 Card (HGC) 137
 Converter (RAMDAC) 138
 Confederation (TCO) 140

D
 Decoder 90
 DRAM 103
 DDR 109
 Display (LCD) 130
 Display (NLCD) 130
 Display (FED) 134
 Display (FPD) 142
 Display (OLED) 147
 Display (QLED) 147
 Display (AMOLED) 147
 Disc (HVD) 160
 Drive (SSD) 161
 DCS 179

E
 Engine (CBAE) 9

EPIC 93
 Error 100
 EAX 100
 EBX 100
 ECX 100
 EDX 100
 ESP 100
 EBP 100
 ESI 100
 EDI 100
 EDO 106

F
 FPM 105
 Frequency (FSB) 67
 FED 134
 FPD 142
 Free-Sync 146

G
 GUI 38
 G-Sync 146
 GSM 179

H
 Hardware 112
 HDR 148
 High end 168

I
 iPhone 39
 iPad 39
 Intel 79
 IPS 148

J
 Jet 164

L
 Load-and-store 62
 Loading 94
 LCD 130

M
 Microsoft 38, 118, 195
 Memory (ROM) 96

Memory (DRAM) 103
Mode (FPM) 105
Memory (SDRAM) 108
Memory (RDRAM) 109
Mouse 112

N
NLCD 130

O
Out (EDO) 106
Out (BEDO) 107
OLED 147

P
Pascal's Calculator 9
PC 37
Predication 94
Plasma 133
PALC 134
PSX 221
PocketStation 221

Q
QLED 147

R
Reset 43
Register (IR) 54
ROM 96
Rate (DDR) 109
RDRAM 109
RAMDAC 138

S
System (MS-DOS) 38
Segment (CSEG) 50
Segment (DSEG) 50
Segment (RSEG) 51
Segment (IOSEG) 51-52
SDRAM 108
Shadow mask 127
Slot mask 128
Strip pitch 129
SMS 179
System (SNES) 220

T
TouchPad 120
TouchWriter 121
Tube (CRT) 125
TrueColor 138
TCO 140
Touch ID 199

U
Unit (CPU) 59
Unit (IU) 89
UHD 148

W
Wafers 69
Wii 222

X
Xerox 38

Z

Z3 11

Джерела

1. James W. Cortada: "IBM: The Rise and Fall and Reinvention of a Global Icon", 2019.

2. Біографія математика Джона фон Неймана. [Електронний ресурс] URL: <https://moyaosvita.com.ua/matematuka/biografiya-matematika-dzhona-fo-nejmana/>

3. Лічильна машина Шиккарда. [Електронний ресурс] URL: <https://sites.google.com/view/inf10/storinkami-istoriie/istoriaobcisluvalnoietehniki/%D0%BB%D1%96%D1%87%D0%B8%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0-%D0%BC%D0%B0%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B0-%D1%88%D0%B8%D0%BA%D0%BA%D0%B0%D1%80%D0%B4%D0%B0>

4. Історія розвитку обчислювальної техніки. [Електронний ресурс] URL: <https://cherto4ka.xyz/posibniki/history/page17.html>

5. Який він був, перший комп'ютер у світі? [Електронний ресурс] URL: <https://presa.com.ua/aktualne/yakij-vin-buv-pershij-komp-yuter-u-sviti.html>

6. Біленчук Д. П., Біленчук П. Д. Сучасні можливості використання інформаційних технологій у банківській та страховій справі. [Електронний ресурс] URL: <https://forinsurer.com/public/03/02/06/265>

7. Гулий В.Д., Жуйков В.Я., Рябенький В.М. Цифрова схемотехніка. Навчальний посібник для ВНЗ. – 2020, 736с. ISBN:978-966-418-067-9

8. Види комп'ютерів - опис, особливості, характеристики та цікаві факти. [Електронний ресурс] URL: <https://presa.com.ua/aktualne/vidi-komp-yuteriv-opis-osoblivosti-kharakteristiki-ta-tsikavi-fakti.html>

9. Інформаційні технології в Україні: історії та особистості. [Електронний ресурс] URL: <http://ua.uacomputing.com>
Ready anything. Anywhere. [Електронний ресурс] URL: <https://www.shearman.com>

10. DENTONS in Ukrainian. [Електронний ресурс] URL: <https://www.dentons.com/en/>

11. Оперативна пам'ять. [Електронний ресурс] URL: <http://surl.li/ojhub>

12. Історія розвитку оперативної пам'яті. [Електронний ресурс] URL: <http://surl.li/ojbvw>
13. Історія створення оперативної пам'яті. [Електронний ресурс] URL: <http://surl.li/ojbxe>
14. Комп'ютерна миша — що це? [Електронний ресурс] URL: <https://tribuna.com.ua/618-kompyuterna-misha-shcho-tse-vidi-osnovni-kharakteristiki.html>
15. Маніпулятор миша. Історія винаходу. [Електронний ресурс] URL: <https://vseosvita.ua/library/embed/01005xmy-9a01.doc.html>
16. Effect of increased screen time on eyes during COVID-19 pandemic. [Електронний ресурс] URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9648215/>
17. What are the Six Display Technologies? [Електронний ресурс] URL: <https://21stcenturyav.com/what-are-the-six-display-technologies/#types-of-display-technologies-for-specific-use-cases>
18. Sol20.org. [Електронний ресурс] URL: <https://www.sol20.org/>
19. Your New DeFi Experience. [Електронний ресурс] URL: <https://docplayer.net/52619555-Diagnostika-roboti-progravacha-cd-dvd-1-korotki-teoretichni-vidomosti.html>
20. Компакт-диски: різновиди, типи та особливості. [Електронний ресурс] URL: <https://dam.net.ua/nestandartnoe-primenenie-ispolzovanyh-kompakt-diskov/>
21. Переваги оптичних ЗП. [Електронний ресурс] URL: https://stud.com.ua/94249/informatika/perevagi_optichnih
22. Года М. Носії цифрової ери: коротка історія створення CD. [Електронний ресурс] URL: https://24tv.ua/tech/koli-zyavilisy-a-cd-diski-istoriya-rozvitku-novini-tehnologiy_n1557350
23. В'ячеслав Петров: український вчений та прабатько компакт-диска [Електронний ресурс] URL: <https://mediasat.info/uk/2023/08/03/vyacheslav-petrov-ukrayinskyj-vchenyj-ta-prabatko-kompakt-dyska/>
- 30 років компакт-диску. [Електронний ресурс] URL: <https://habr.com/articles/153053/>
31. Галата А. Українець винайшов прообраз компакт-диска [Електронний ресурс] URL: <https://telegraf.com.ua/ukr/ukraine/2023-05-14/5791116-ukrainets-vinayshov-proobraz-kompakt-diska>

32. Как создали CD диск: история изобретения, изменившего мир. [Электронный ресурс] <https://news.uaportal.com/section-obschestvo/news-kak-sozdali-cd-disk-istoriya-izobreteniya-izmenivshego-mir-22-06-2023.html>
33. Укрупнений технологічний процес виробництва CD і DVD-дисків. [Электронный ресурс] URL: <http://um.co.ua/4/4-4/4-41920.html>
34. Принтери: види, характеристики, принцип роботи. [Электронный ресурс] URL: <https://ukrbukva.net/92915-Printery-vidy-harakteristiki-princip-raboty.html>
35. Історія мобільного телефону. [Электронный ресурс] URL: <https://vinnicya.vn.ua/articles/suspilstvo/istoriya-mobilnogo-telefonu>
36. Як змінювалися телевізори за 80 років. [Электронный ресурс] URL: https://gazeta.ua/articles/science/_ak-zminyuvalisya-televizori-za-80-rokiv/748762
37. Як змінювалися телевізори за 80 років. [Электронный ресурс] URL: https://www.moyo.ua/ua/news/istoriya_vozniknoveniya_i_razvitiya_televizorov_7_faktov.html
38. Еволюція телевізора: цікаві факти з історії пристрою. [Электронный ресурс] URL: <https://goloskarpat.info/associated/63f3dacc2401e/>
39. Еволюція у дизайні телевізорів. [Электронный ресурс] URL: <https://www.6451.com.ua/list/435327>
40. Маляревич Е. Історія виникнення і розвитку телевізорів. [Электронный ресурс] URL: <https://www.sutori.com/en/story/istoriia-vinikniennia-i-rozvitku-tielievizoriv--UFovmPZkiKAFoHdKtqjf4z6H>
41. José Luis Sanz. Прогулянка по всіх поколіннях консолей за всю історію. [Электронный ресурс] URL: <https://eloutput.com/uk/%D0%B3%D1%80%D0%B0/%D0%B7%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%96%D0%B2/%D0%BF%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%BD%D1%8C-%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B9/>

Навчальне видання

Хорошайло Ю. Е., Невлюдов І. Ш.,
Сезонова І. К., Романчук В. С.

ЦИФРОВІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНІ ПРИСТРОЇ

ПІДРУЧНИК

*Рекомендовано Вченою радою
Харківського національного університету радіоелектроніки
(протокол № 8 від 31.05.2024 року)*

Комп'ютерна верстка Н.К. Ляшова

The publication is assigned with a DOI number: **DOI 10.46489/COPNP-24-13**
The paper version of the publication is the original version. The publication is
available in electronic version on the website:
www.oktanprint.cz/p/cyfrovi-odchisliuvalni-pristroi

OKTAN PRINT s.r.o.
5 května 1323/9, Praha 4, 140 00
www.oktanprint.cz
tel.: +420 770 626 166
jako svou 212. publikaci
Vydání první